

ΠΟΛΥΤΕΧΝΕΙΟ ΚΡΗΤΗΣ

ΤΜΗΜΑ ΜΗΧΑΝΙΚΩΝ ΠΑΡΑΓΩΓΗΣ ΚΑΙ ΔΙΟΙΚΗΣΗΣ



ΔΙΠΛΩΜΑΤΙΚΗ ΕΡΓΑΣΙΑ

“ΜΕΛΕΤΗ ΚΑΙ ΚΑΤΑΣΚΕΥΗ ΕΞΑΡΤΗΜΑΤΩΝ ΑΠΟ ΕΛΑΣΜΑ”

ΘΕΡΓΙΑΚΗΣ ΚΩΝΣΤΑΝΤΙΝΟΣ

Επιβλέπων καθηγητής : Νικόλαος Μπιλάλης

ΧΑΝΙΑ, 2019

Μέσω αυτής της διπλωματικής θέλω να ευχαριστήσω την οικογένειά μου, τους φίλους μου και όλους αυτούς που ο καθένας με το δικό του τρόπο με στήριξαν όλα αυτά τα χρόνια. Επίσης ευχαριστώ τον καθηγητή μου κ. Μπιλάλη Νικόλαο για την βοήθεια που μου παρείχε όποτε την χρειαζόμουν.

Περίληψη

Ελάσματα ονομάζονται τα μέταλλα που είναι προϊόν έλασης, δηλαδή λεπτές πλάκες ή αλλιώς φύλλα μετάλλου. Μέταλλα όπως ο χαλκός, το αλουμίνιο, ο χάλυβας, το τιτάνιο, υπόκεινται σε κατεργασίες ώστε να έρθουν στην τελική μορφή ενός ελάσματος. Τέτοιες μηχανικές διαμορφώσεις ελασμάτων είναι η Απότμηση, η Κάμψη και η Βαθεία Κοίλανση, οι οποίες υποστηρίζονται στα σύγχρονα λογισμικά CAD όπου και παρέχεται η δυνατότητα προσδιορισμού του αναπτύγματος ενός ελάσματος. Με την βοήθεια τόσο των σύγχρονων αυτών λογισμικών, όσο και με των μηχανών CAM δίνεται η δυνατότητα μαζικής και αυτοματοποιημένης κατασκευής ποιοτικών ελασμάτων. Το λογισμικό NX Siemens 11 μας προσφέρει ευελιξία στη δημιουργία και απεικόνιση 3D αντικειμένων, καθώς και της σχεδίασης ελασμάτων μέσω της ειδικής κατηγορίας “Sheet Metal”.

Περιεχόμενα

Περίληψη.....	3
1.Εισαγωγή.....	5
1.2 Αντικείμενα από επίπεδο έλασμα	5
2. Κατεργασίες και εργαλεία για εξαρτήματα από επίπεδο έλασμα	7
2.1 Απότμηση.....	7
2.1.1 Μηχανισμός της απότμησης.....	8
2.1.2 Εργαλεία απότμησης	9
2.2 Βαθεία Κοίλανση	11
2.2.1 Διαδικασία Κοίλανσης	12
2.2.2 Εργαλεία Βαθείας Κοίλανσης	13
2.3 Κάμψη	14
2.3.1 Μηχανισμός Κάμψης.....	14
2.3.2 Είδη Κάμψης	15
2.3.3 Εργαλεία Κάμψης.....	17
2.4 Περιώθηση.....	18
2.4.1 Συμβατική Περιώθηση.....	19
2.4.2 Διατμητική Περιώθηση.....	19
2.4.3 Περιώθηση Σωλήνων	20
3. Παρουσίαση του συστήματος NX για επίπεδο έλασμα	21
4. Παρουσίαση του μοντέλου.....	28
5. Κατεργασία του μοντέλου σε πρέσα	39
Βιβλιογραφία.....	46

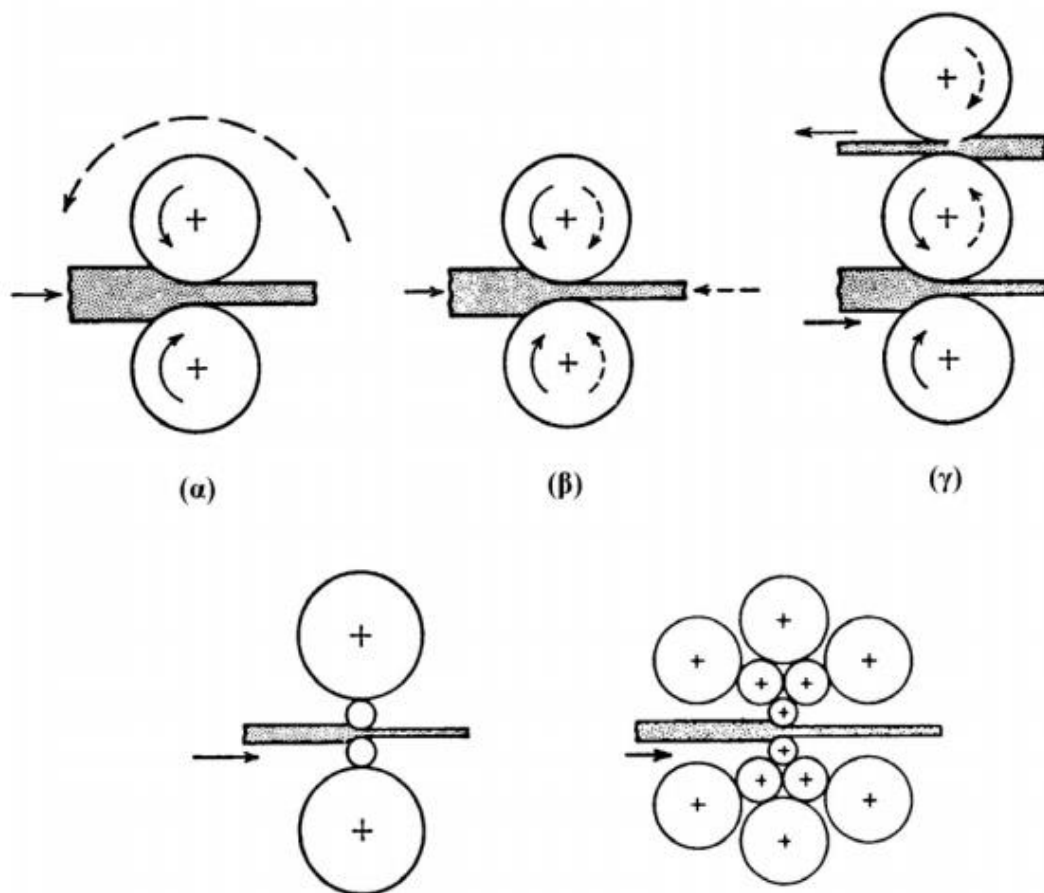
1.Εισαγωγή

Είναι γεγονός πως ζούμε σε μια εποχή όπου η τεχνολογία αναπτύσσεται με ιλιγγιώδη ταχύτητα. Μέσω αυτής η ποιότητα ζωής της σημερινής ανθρωπότητας έχει βελτιωθεί τόσο πολύ, που ο τρόπος ζωής πριν μερικών δεκάδων χρόνων φαντάζει μακρινό παρελθόν. Από την επικοινωνία μέσω αλληλογραφίας, στην επικοινωνία μέσω βίντεο κλήσεων και από την δυσκολία μετακίνησης σε μακρινούς προορισμούς, στην εύκολη προσέγγιση κάθε σημείου του πλανήτη μας και όχι μόνο. Τεράστια συμβολή στα ήδη υπάρχοντα επιτεύγματα έχουν οι μηχανές, οι οποίες σε συνδυασμό με έξυπνα λογισμικά και προγράμματα προσφέρουν απεριόριστες δυνατότητες. Πλέον, χρησιμοποιώντας αυτοματοποιημένες μηχανές η παραγωγή κάθε είδους προϊόντος γίνεται εύκολα, γρήγορα, ελαχιστοποιώντας την πιθανότητα ύπαρξης ελαττωματικών, προσφέροντας ποιότητα και ποσότητα. Σκοπός αυτής της διπλωματικής είναι να αναδείξει αυτά τα προτερήματα που μας προσφέρει το λογισμικό NX Siemens 11, στην κατεργασία μιας ιδιαίτερης κατηγορίας μετάλλου όπως είναι το έλασμα.

1.2 Αντικείμενα από επίπεδο έλασμα

“Γνωρίζουμε ότι έλασμα είναι οποιοδήποτε μέταλλο το οποίο έχει υποστεί παραμόρφωση μέσω της διαδικασίας της έλασης. Κάποια από τα μέταλλα που μετατρέπονται σε ελάσματα μέσω της έλασης είναι το αλουμίνιο, ο χαλκός, ο χάλυβας και το τιτάνιο. Η διαδικασία αυτή λαμβάνει χώρα σε συγκεκριμένη εργαλειομηχανή που ονομάζεται έλαστρο (mill) και αποτελείται από τα ράουλα (rolls) των οποίων οι άξονες στρέφονται μέσα σε κουζινέτα (bearings). Τα ράουλα είναι συνήθως χαλύβδινα κυλινδρικά τύμπανα με ομοιόμορφη διατομή αλλά μπορούν να διαμορφωθούν ανάλογα με το γεωμετρικό σχήμα που επιθυμούμε να δώσουμε στο τελικό προϊόν. Υπάρχουν πέντε τύποι ελάστρων όπως διακρίνουμε και στο σχήμα 1.1 οι οποίοι είναι: Έλαστρο δύο ραούλων, Έλαστρο δύο ραούλων με αναστρεφόμενη κίνηση, Έλαστρο τριών ραούλων, Έλαστρο τεσσάρων ραούλων, Έλαστρο τύπου cluster.”

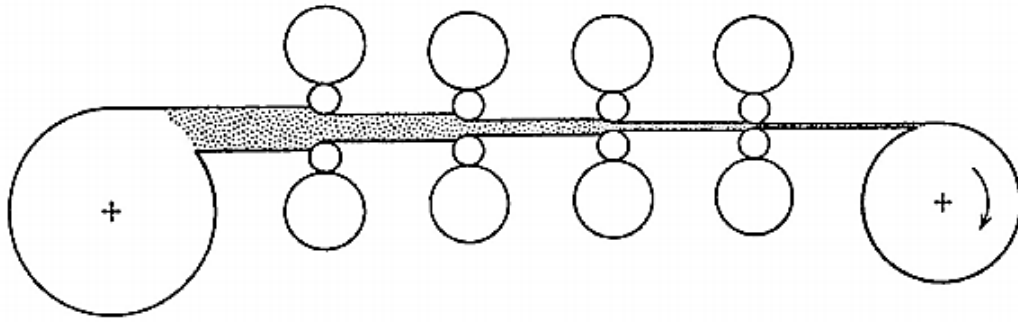
(<http://courseware.mech.ntua.gr/ml26065/mathimata/08-Elasi.pdf>, σελ.3)



Σχήμα 1.1 Τύποι ελαστρων

“Γενικότερα όταν απαιτείται μεγάλη παραγωγή, η κατεργασία η οποία προτιμάται είναι η έλαση εν σειρά (σχήμα 1.2), όπου τα ελαστρα τοποθετούνται το ένα μετά το άλλο, και το προς κατεργασία αντικείμενο διέρχεται συγχρόνως από όλα τα ελαστρα με αποτέλεσμα την βαθμιαία μείωση του πάχους του.”

(<http://courseware.mech.ntua.gr/ml26065/mathimata/08-Elasi.pdf>, σελ.4)



Σχήμα 1.2 Έλαση εν σειρά

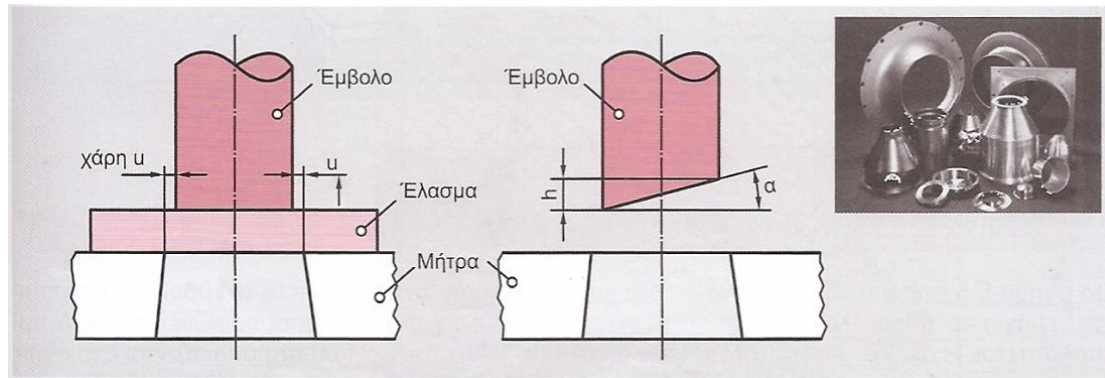
Η έλαση επίσης χωρίζεται σε δύο κατεργασίες την θερμή και την ψυχρή έλαση.

2. Κατεργασίες και εργαλεία για εξαρτήματα από επίπεδο έλασμα

2.1 Απότμηση

“Απότμηση ονομάζουμε την κατεργασία κατά την οποία αποχωρίζεται μέρος από το υλικό ενός ελάσματος μέσω ειδικού εργαλείου. Το κοπτικό εργαλείο το οποίο εκτελεί την απότμηση, κινείται ενάντια στο έλασμα με κινηματική και συνθήκες που εκτελούνται σε μια πρέσσα εκκέντρου και πιο σπάνια σε υδραυλική πρέσσα. Το εργαλείο απότμησης που ονομάζεται έμβολο και η ακίνητη μήτρα στην οποία πιέζεται το κατεργαζόμενο τεμάχιο μέσω του εμβόλου φαίνονται στο σχήμα 2.1 , όπως και η χάρη u ανάμεσα στο έμβολο και τη μήτρα.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.97)



Σχήμα 2.1 Εργαλείο Απότμησης

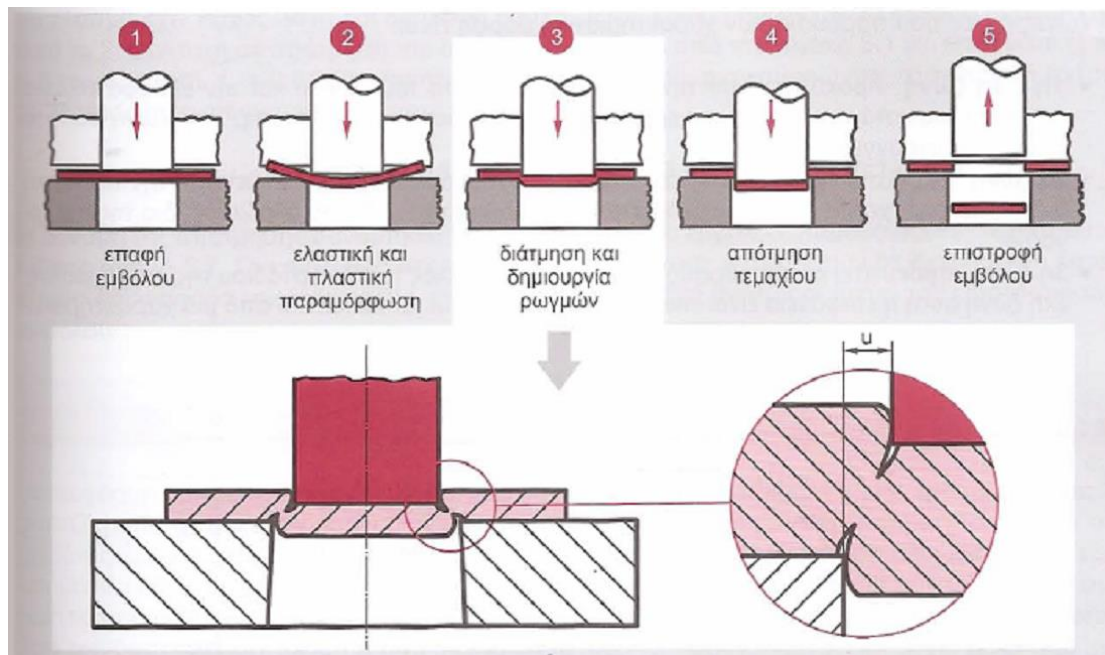
“Το έμβολο απότμησης δεν είναι απαραίτητο να έχει την επιφάνεια πίεσης κάθετα προς τον άξονά του ενώ η γωνία κλήσης α της επιφάνειας του εμβόλου δεν πρέπει να ξεπερνά τις 5° . Γενικά η απότμηση ως διαδικασία μορφοποίησης ελασμάτων διαχωρίζεται σε απότμηση κλειστού και ανοικτού περιγράμματος. Στην περίπτωση κλειστού περιγράμματος, η απότμηση ακολουθεί ένα κλειστό περίγραμμα δημιουργώντας ένα διάκενο συγκεκριμένου σχήματος στο έλασμα, ενώ στην περίπτωση ανοικτού κόπτεται μια περιοχή σχήματος από το έλασμα που εφάπτεται όμως μιας πλευράς του ελάσματος ή γίνεται πλήρης διάτμησή του.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.98)

2.1.1 Μηχανισμός της απότμησης

“Στην απότμηση το έμβολο εισχωρεί στο τεμάχιο όπου λόγω της συγκράτησής του από τη μήτρα αρχικά παραμορφώνεται και στην συνέχεια της διαδικασίας αποκόπτεται. Στο σχήμα 2.2 παρουσιάζονται τα πέντε στάδια του μηχανισμού. Στο 2^ο στάδιο παρατηρούμε ελαστική συμπίεση του μετάλλου σε έμβολο και μήτρα και μία ελαφρά διείσδυση των κόψεων εμβόλου και μήτρα μέσα στο μέταλλο. Στο 3^ο στάδιο έχουμε εισχώρηση του εμβόλου στο έλασμα και εμφάνιση μία ή δύο ρωγμών πάνω και κάτω στο έλασμα μέχρι να συναντηθούν όπου και φτάνουμε στο 4^ο στάδιο την τελική απότμηση.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.98-99)



Σχήμα 2.2 Μηχανισμός Απότμησης

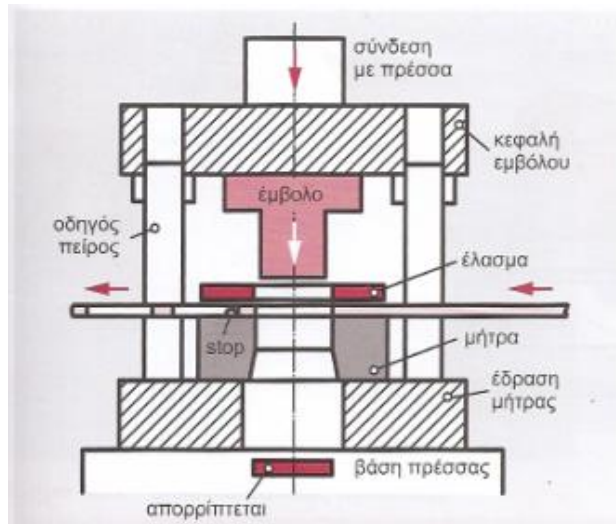
“Καθοριστικός παράγοντας για την επιφάνεια αλλά και για δύναμη που απαιτείται είναι η ταχύτητα με την οποία εκτελείται η διαδικασία. Μεγαλύτερες ταχύτητες παρουσιάζουν αύξηση του ορίου διαρροής του παραμορφωμένου υλικού, ενίσχυση της αντοχής του, που σημαίνει μεγαλύτερη δύναμη και ισχύς της εργαλειομηχανής δηλαδή καλύτερη σε ποιότητα επιφάνεια.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.100)

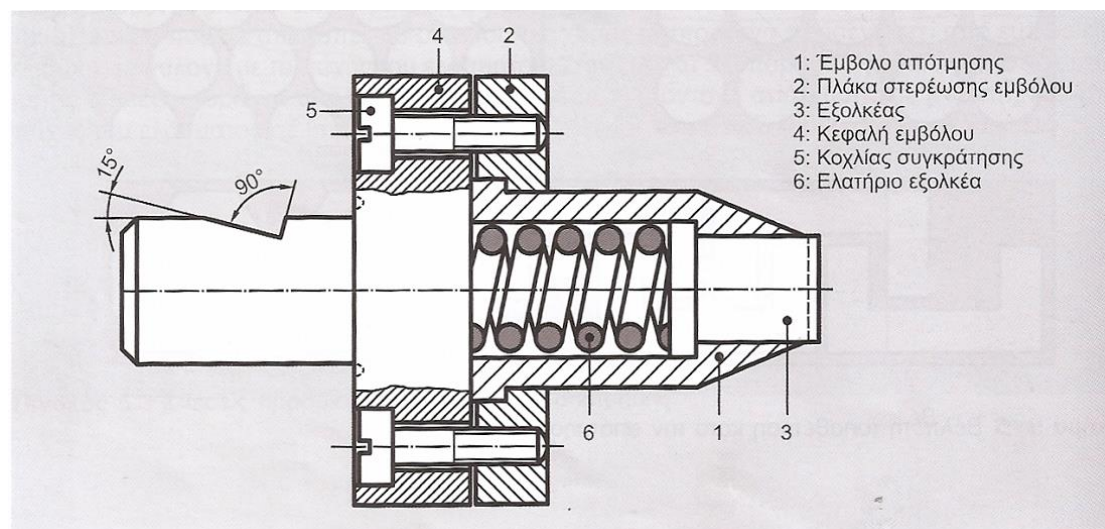
2.1.2 Εργαλεία απότμησης

“Τα εργαλεία απότμησης όπως έμβολα και μήτρες κατασκευάζονται από σκληρά υλικά (σκληρότητα άνω των 60 HRC). Υπάρχουν διάφορες τεχνοτροπίες κατασκευής εργαλείων όπου εξαρτώνται από τη χρήση του εκάστοτε εργαλείου. Εργαλεία δίχως οδήγηση γίνονται χρήση σε μικρές παρτίδες απότμησης ενώ σε μεγάλες ποσότητες τα εργαλεία φέρουν οδηγήτριες στήλες ή πλάκες. Στα σχήματα 2.3 και 2.4 παρουσιάζονται εργαλεία απότμησης με οδήγηση και χωρίς αντίστοιχα.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.110)



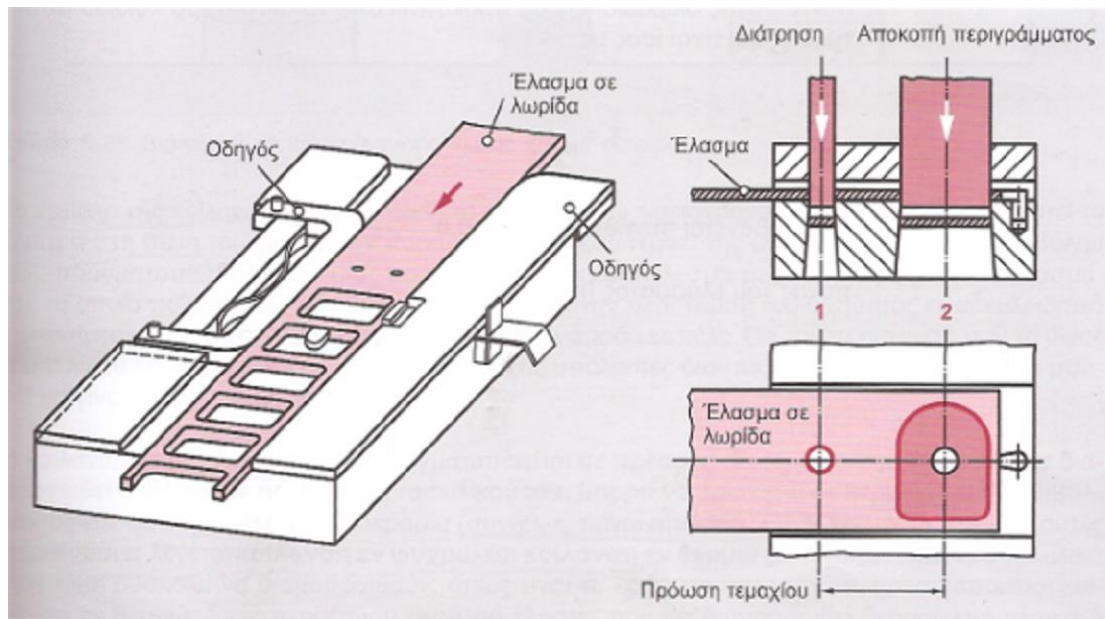
Σχήμα 2.3 Πρέσσα και εργαλείο απότμησης με οδηγήτριες στήλες



Σχήμα 2.4 Εργαλείο απότμησης χωρίς οδήγηση

“Φυσικά υπάρχουν και πιο σύνθετα εργαλεία τα οποία εκτελούν ταυτόχρονα διάφορες κατεργασίες. Κατεργασίες όπως η απότμηση ενός ελάσματος σε λωρίδα που μετακινείται προς τα αριστερά με τη βοήθεια οδηγών και θέσης τερματισμού (stop) ώστε να γίνει η απότμηση αλλά και η διαδοχική απότμηση ελάσματος. Τέτοιες κατεργασίες όπως η διαδοχική φαίνονται στο σχήμα 2.5.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.111)

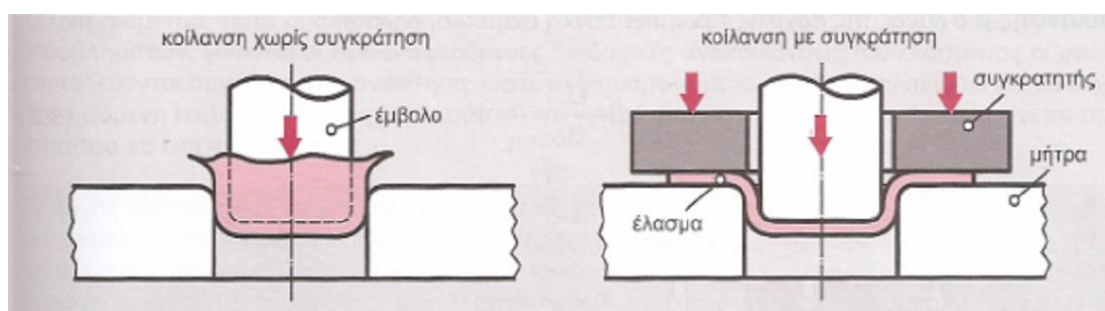


Σχήμα 2.5 Διαδοχική απότμηση ελάσματος

2.2 Βαθεία Κοίλωση

“Βαθεία κοίλωση ονομάζουμε την κατεργασία εκείνη όπου ένα επίπεδο έλασμα μετατρέπεται σε κοίλο μέσω χρήσης κατάλληλου εργαλείου. Η διατήρηση του πάχους του αρχικού ελάσματος είναι το σημαντικότερο χαρακτηριστικό της κατεργασίας αυτής. Με την κατεργασία αυτή παράγονται προϊόντα συνήθως κυλινδρικού σχήματος όπως μαγειρικά σκεύη. Στο σχήμα 2.6 παρατηρούμε μια διάταξη βαθείας κοίλωσης με και χωρίς συγκράτηση.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.113)



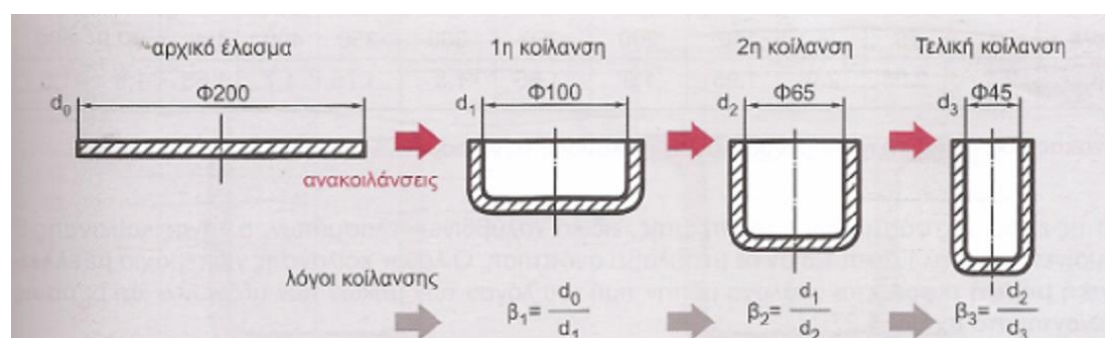
Σχήμα 2.6 Διάταξη βαθείας κοίλωσης χωρίς και με συγκράτηση

“Το έμβολο της κοίλωσης κινείται προς το έλασμα και ταυτόχρονα ο συγκρατητής κρατάει το έλασμα στη θέση του για να μην παρασυρθεί στο εσωτερικό της μήτρας. Η κίνηση του εμβόλου πραγματοποιείται μέσω πρέσσας

και το αποτέλεσμα είναι η παραμόρφωση του ελάσματος σε κοίλη μορφή. Το έμβολο όπως είναι λογικό έχει κυλινδρικό σχήμα και επίσης σε πιθανό ενδεχόμενο που το ύψος του τελικού τεμαχίου είναι μικρό σε σχέση με τις υπόλοιπες διαστάσεις του, η κοίλωση μπορεί να γίνεται και χωρίς συγκράτηση.

Η κατεργασία της κοίλωσης γίνεται σε πρέσσες. Το υλικό που είναι προς κατεργασία ανάλογα με τις φυσικές ιδιότητές του μπορεί να βρίσκεται σε θερμοκρασία είτε σε μεγαλύτερη, συνήθως άνω των 350 °C. Η κατεργασία στις δύο αυτές περιπτώσεις λέγεται κοίλωση εν ψυχρώ και εν θερμώ αντίστοιχα. Ιδιαίτερα για τεμάχια από κράματα τιτανίου, όπου η δυσκολία να διαμορφωθούν είναι υψηλή, χρησιμοποιείται κοίλωση εν θερμώ. Σε τέτοιες κατεργασίες το προς κατεργασία έλασμα θερμαίνεται τοπικά ή ολόκληρο και ταυτόχρονα η μήτρα. Κατά την διαδικασία όμως πολλές φορές απαιτούνται ανακοιλάνσεις, διαδοχικές κοιλάνσεις όπου το έλασμα παίρνει την τελική του μορφή μετά από ενδιάμεσες μορφές. Οι ενδιάμεσες φάσεις αυτές διακρίνονται στο σχήμα 2.7.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.115)



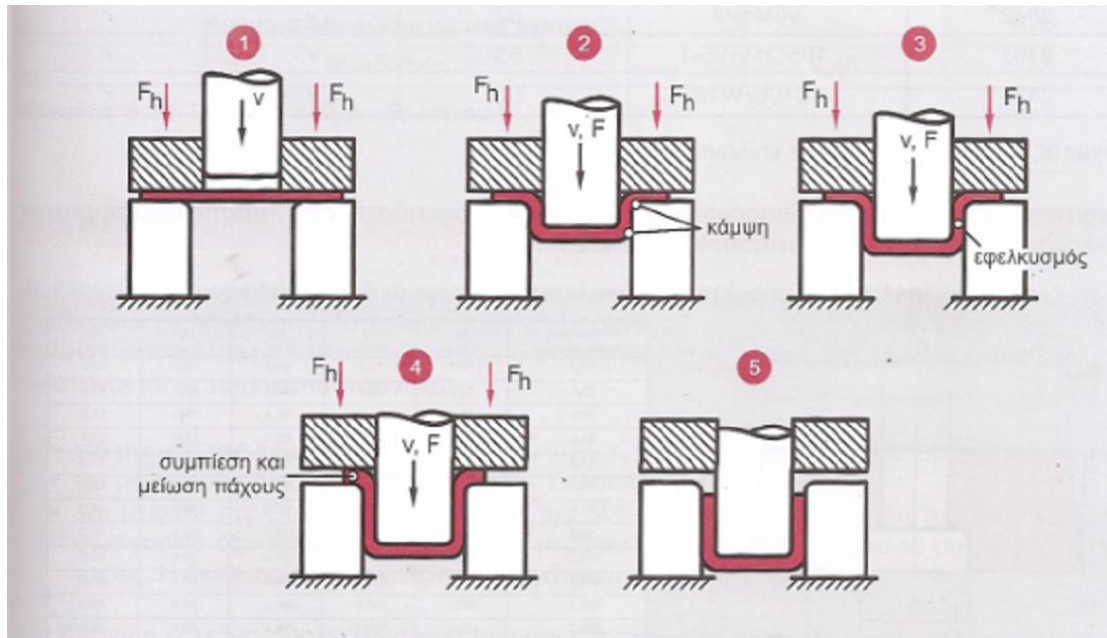
Σχήμα 2.7 Ανακοιλάνσεις

2.2.1 Διαδικασία Κοίλωσης

“Κατά τη διαδικασία της κοίλωσης είπαμε ότι ένα επίπεδο έλασμα διαμορφώνεται σε κυλινδρικό με τη βοήθεια κάποιου εμβόλου και μήτρας. Οι βασικοί παράμετροι που καθορίζουν την κατεργασία είναι οι ιδιότητες του προς κατεργασία υλικού, ο λόγος της διαμέτρου του ελάσματος προς τη διάμετρο του εμβόλου, η χάρη ανάμεσα σε έμβολο και μήτρα, η καμπυλότητα στα άκρα του εμβόλου και της μήτρας, η δύναμη συγκράτησης, η τριβή και η λίπανση κατά τη διάρκεια της κατεργασίας και η ταχύτητα της κοίλωσης. Το έλασμα υπόκειται κυρίως σε εφελκυστικές τάσεις κατά την διάρκεια της κατεργασίας. Σημαντικοί παράγοντες είναι η ταχύτητα και η λίπανση. Η χρησιμοποιούμενη ταχύτητα κοίλωσης εξαρτάται από το υλικό, τη γεωμετρία του τεμαχίου και το είδος της πρέσσας. Όσο πιο περίπλοκο είναι το σχήμα του τεμαχίου τόσο πιο μικρή απαιτείται να είναι η ταχύτητα. Η λίπανση από την άλλη είναι πολύ σημαντική

στην αντιμετώπιση τριβών και πιθανών συγκολλήσεων υλικού του τεμαχίου στο έμβολο ή τη μήτρα. Στο σχήμα 2.8 παρατηρούνται τα βήματα κατά την κοίλανση ενός ελάσματος.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.128-129)



Σχήμα 2.8 Διαδικασία κοίλανσης

2.2.2 Εργαλεία Βαθείας Κοίλανσης

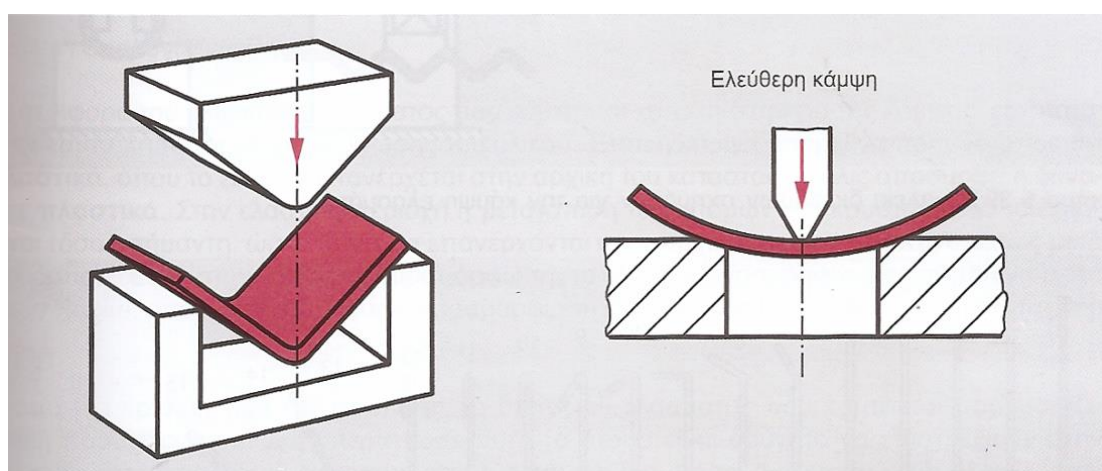
“Τα εργαλεία που χρησιμοποιούνται για τη βαθιά κοίλανση διακρίνονται σε τρεις τύπους, εργαλεία απλής ενέργειας, διπλής και σύνθετα εργαλεία. Τα εργαλεία απλής ενέργειας αποτελούνται από τη μήτρα και το έμβολο. Σε αντίθεση με τα διπλής ενέργειας αυτά δεν φέρουν συγκρατητή. Τα εργαλεία διπλής ενέργειας μπορούν να χρησιμοποιηθούν σε πρέσσες απλής και διπλής ενέργειας. Τα σύνθετα εργαλεία συνδυάζουν περισσότερες των μία δυνατότητες κατεργασιών, όπως για παράδειγμα η απότμηση.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.130)

2.3 Κάμψη

“Η κάμψη είναι μία από τις πιο συνήθεις κατεργασίες διαμόρφωσης ελασμάτων όπου λόγω της απλότητάς του έχει μεγάλη βιομηχανική χρήση. Στην κάμψη το έλασμα παραμορφώνεται ή για να πάρει κατάλληλο σχήμα ή για να αυξηθεί η στιβαρότητά του καθώς ένα επίπεδο έλασμα έχει μικρότερη στιβαρότητα από το ίδιο λυγισμένο έλασμα. Η διαδικασία γίνεται είτε ελεύθερη είτε με μηχανικά μέσα. Στο σχήμα 2.9 βλέπουμε ελεύθερη κάμψη όπου ένα έλασμα στηριζόμενο σε δύο σημεία κάμπτεται από ένα έμβολο.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.137)



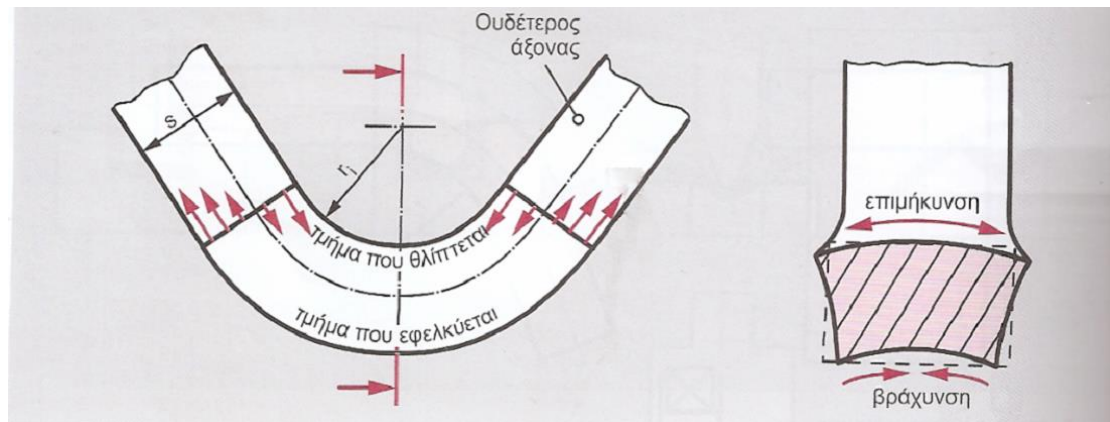
Σχήμα 2.9 Ελεύθερη Κάμψη

2.3.1 Μηχανισμός Κάμψης

“Η κάμψη μπορεί να πραγματοποιηθεί εν θερμώ και εν ψυχρώ ανάλογα με το προς κατεργασία υλικό και το είδος της κάμψης. Οι παράγοντες που εξασφαλίζουν την επιτυχία της κατεργασίας είναι η κατάλληλη επιλογή της γεωμετρίας του εμβόλου, της γεωμετρίας της μήτρας, της ταχύτητας και της δύναμης της κάμψης, σε συσχετισμό πάντα με το πάχος του ελάσματος και την επιθυμητή γωνία κάμψης καθώς και τις φυσικές ιδιότητες του υλικού που πρόκειται να υποστεί κάμψη. Μέσω της καμπύλης τάσης-παραμόρφωσης, κρίνεται η συμπεριφορά του ελάσματος. Αυτό έχει ως συνέπεια ελαστική ή πλαστική κάμψη. Στην ελαστική κάμψη το έλασμα επανέρχεται στην αρχική του κατάσταση αφού σταματήσει η εξασκούμενη δύναμη. Από την στιγμή που στο υλικό του ελάσματος παρουσιαστεί κρίσιμη τιμή φόρτισης έχουμε πλέον πλαστική παραμόρφωση. Εδώ τα άτομα δεν δίνετε να επιστρέψουν στην αρχική κατάσταση όταν αποσύρεται η δύναμη, οπότε υπάρχει μόνιμη αλλαγή στην κρυσταλλική δομή του υλικού. Κατά την διάρκεια της κατεργασίας το εξωτερικό τμήμα του ελάσματος υπόκειται σε εφελκυσμό ενώ το εσωτερικό σε

θλίψη, όπου οι τάσεις αυτές είναι ίσες σε μέγεθος. Στο σχήμα 2.10 παρουσιάζονται οι προαναφερόμενες τάσεις.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.138-139)

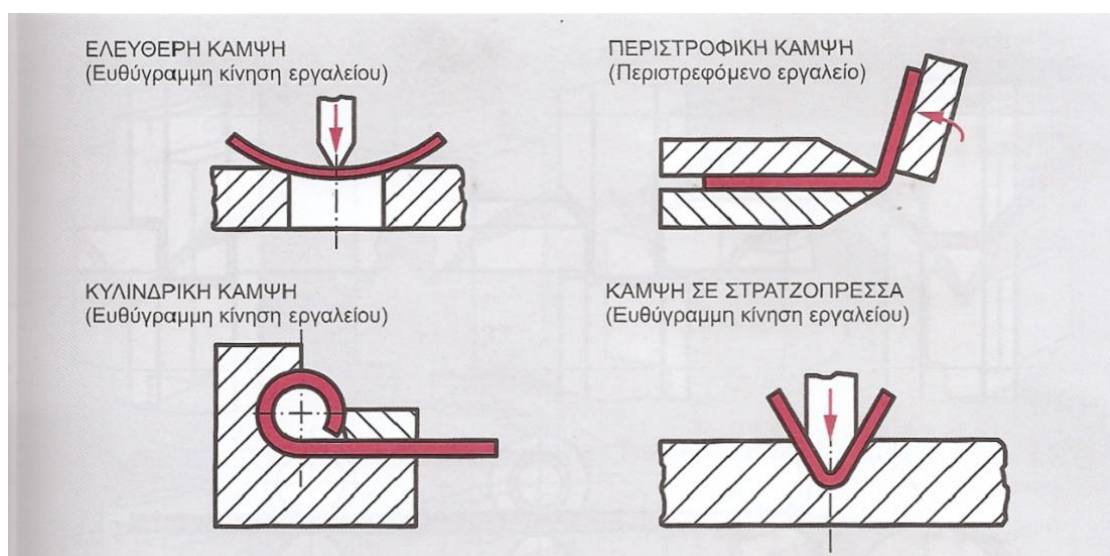


Σχήμα 2.10 Τάσεις κατά την διάρκεια της κάμψης

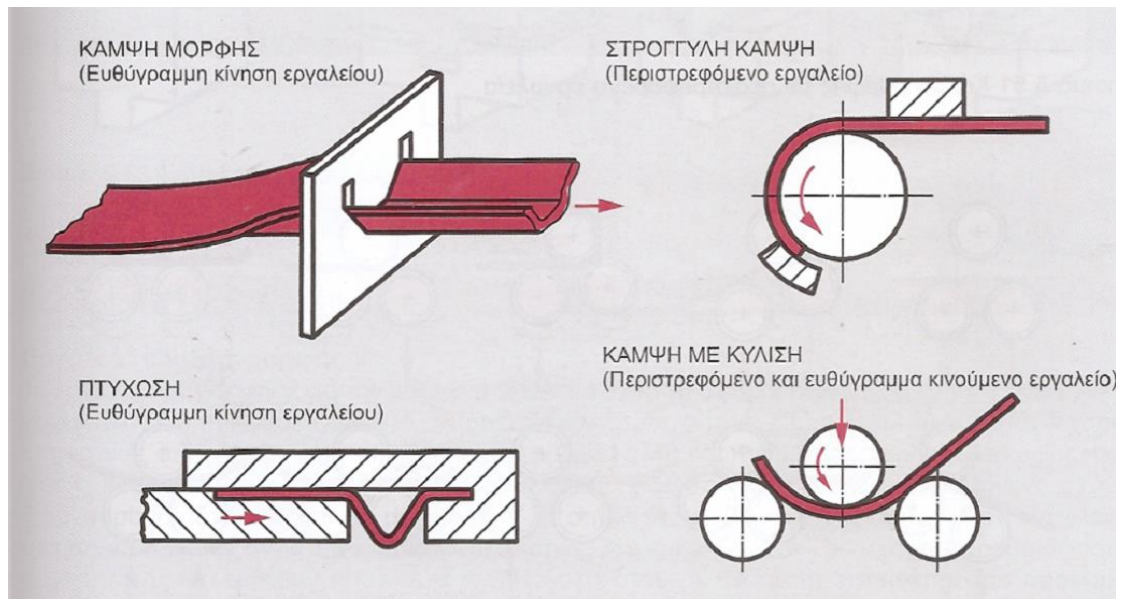
2.3.2 Είδη Κάμψης

“Τα είδη κάμψεων παρουσιάζονται αναλυτικά στα σχήματα 2.11 και 2.12. Επίσης ευρεία εφαρμογή παρουσιάζει η κάμψη μορφής με περιστρεφόμενα εργαλεία. Στο σχήμα 2.13 παρατηρούμε την διαδοχική κάμψη επίπεδου ελάσματος ανάμεσα σε τρεις κυλίνδρους. Στη τελική φάση το έλασμα αποσύρεται και συγκολλάται ώστε να πάρει κυλινδρική μορφή.”

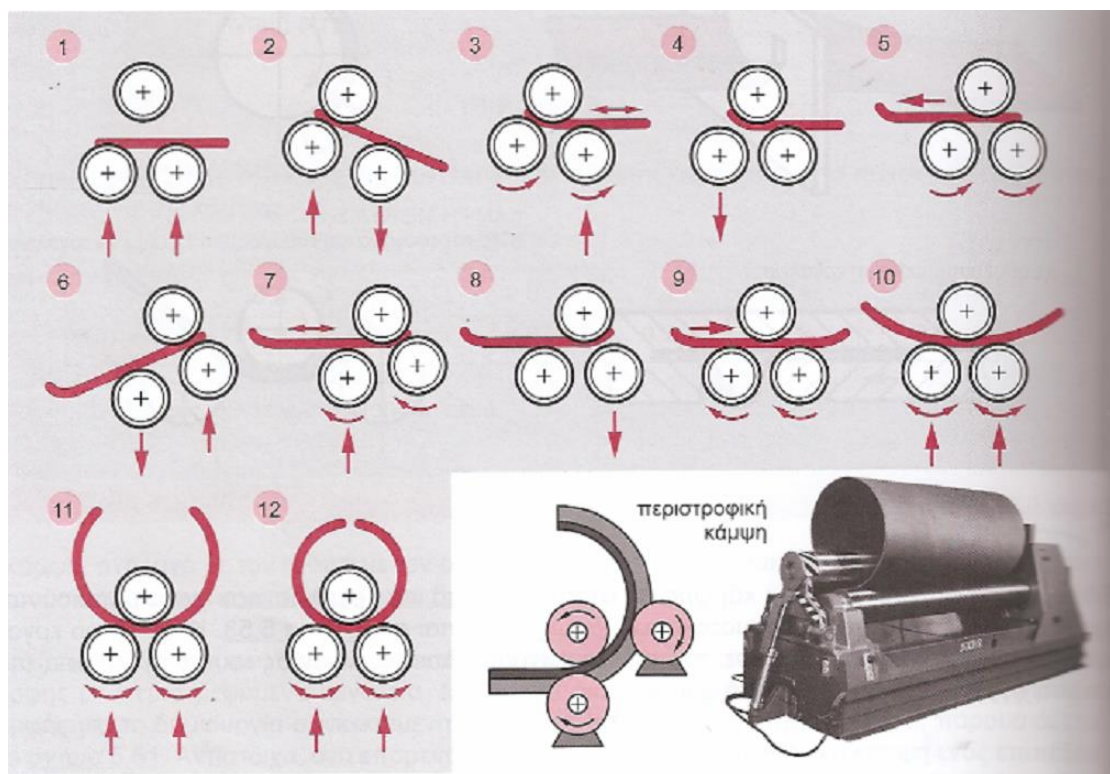
(Αντωνιάδης, 2012, σελ.134)



Σχήμα 2.11 Είδη κάμψης



Σχήμα 2.12 Είδη κάμψης

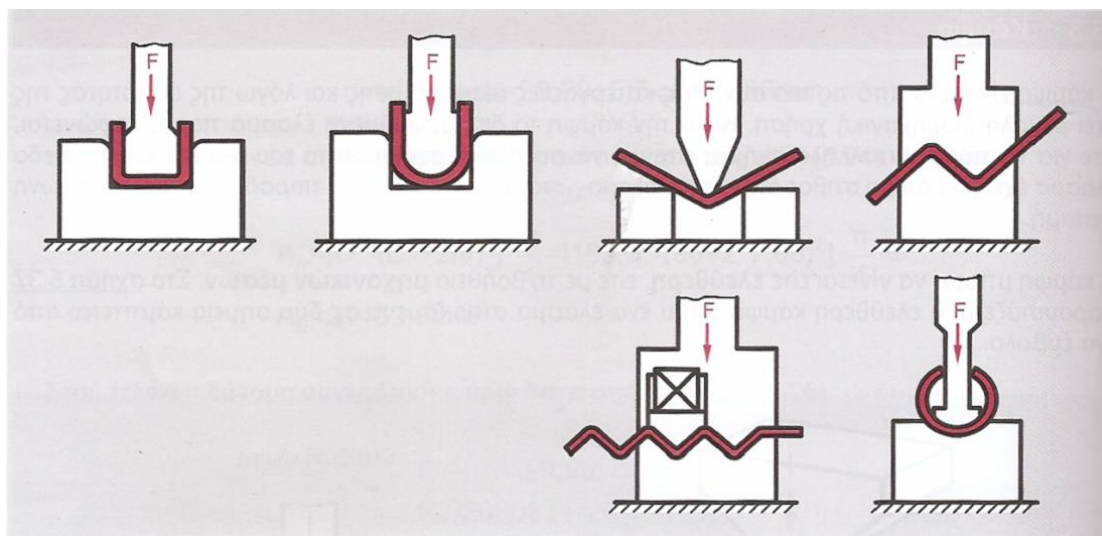


Σχήμα 2.13 Περιστροφική κάμψη

2.3.3 Εργαλεία Κάμψης

“Η κατεργασία της κάμψης γίνεται σε εργαλειομηχανές όπως στράντζες και στραντζόπρεσες. Οι στράντζες διακρίνονται σε χειροκίνητες και μηχανοκίνητες και χρησιμοποιούνται για μεμονωμένα τεμάχια και μικρή παραγωγή σε αντίθεση με τις στραντζόπρεσες. Λόγω των διαφόρων ειδών κάμψης υπάρχουν διαφορετικού τύπου εργαλεία όπως φαίνονται στο σχήμα 2.14.”

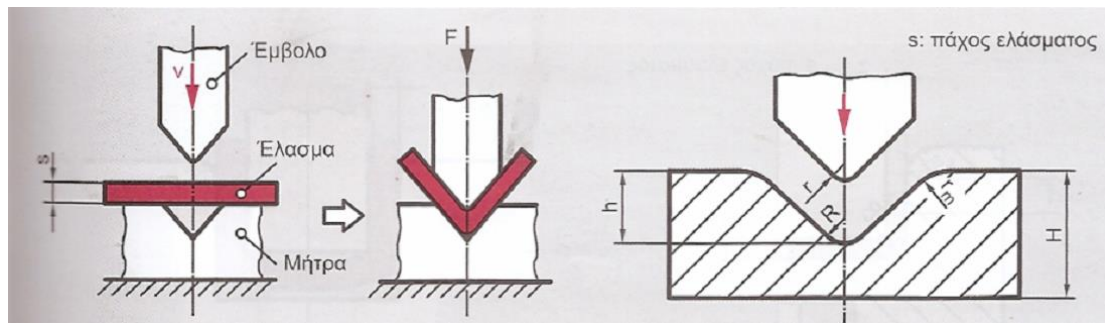
(Αντωνιάδης, 2012, σελ.147)



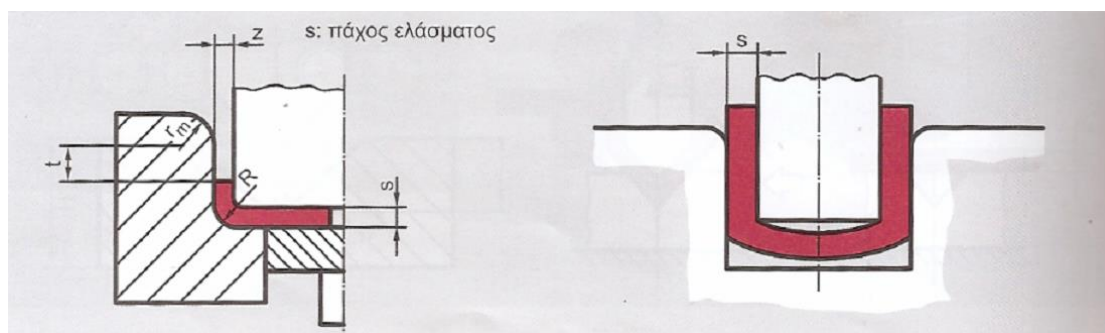
Σχήμα 2.14 Εργαλεία διαφόρων τύπων για την κάμψη ελασμάτων

“Τα δύο συνηθέστερα εργαλεία κάμψης είναι το εργαλείο μορφής V και το εργαλείο μορφής U. Το πρώτο εργαλείο αποτελείται από τη σφύρα, δηλαδή το έμβολο που έχει τη γεωμετρία που παρουσιάζεται στο σχήμα 2.15 και από τη μήτρα. Από την άλλη το εργαλείο μορφής U αποτελείται από τη σφύρα, τη μήτρα και τον εξολκέα. Αντίστοιχα η γεωμετρία του παρουσιάζεται στο σχήμα 2.16.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.147-148)



Σχήμα 2.15 Εργαλείο κάμψης V



Σχήμα 2.16 Εργαλείο κάμψης

2.4 Περιώθηση

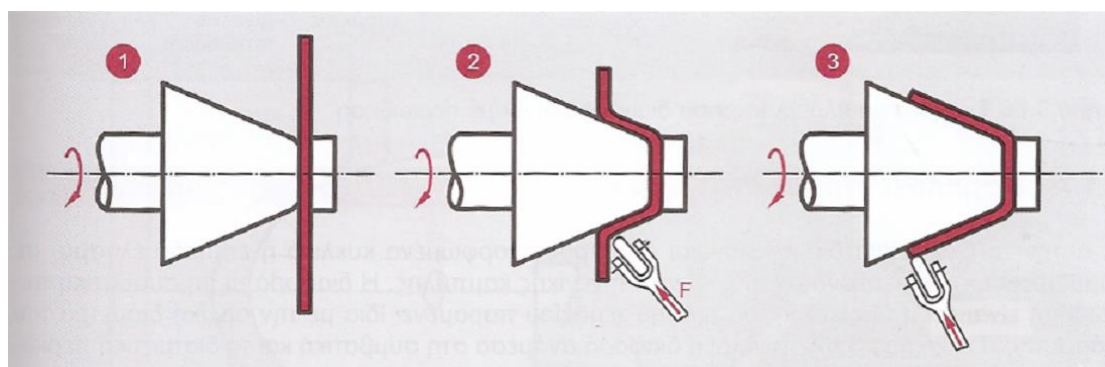
“Η περιώθηση είναι μια κατεργασία μορφοποίησης ελασμάτων ή σωλήνων σε κυλίνδρους χωρίς ραφή, κώνους, ημισφαίρια ή άλλα κυκλικά σχήματα. Η διαδικασία έχει πολλά κοινά με την τόννευση καθώς επιτυγχάνεται με συνδυασμό περιστροφής και ταυτόχρονης εφαρμογής δύναμης. Τα αντικείμενα που προκύπτουν όπως είναι φυσικό είναι συμμετρικά ως προς άξονα και έχουν σχήμα κωνικό ή κυλινδρικό. Διακρίνεται σε χειροκίνητη ή μηχανική και υπάρχουν τρία είδη η συμβατική περιώθηση, η διατμητική περιώθηση και η περιώθηση σωλήνων.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.156)

2.4.1 Συμβατική Περιώθηση

“Στη συμβατική περιώθηση ένα έλασμα συγκρατείται πάνω σε έναν περιστρεφόμενο άξονα ειδικής μορφής, όπου το έλασμα παίρνει τη μορφή του με τη βοήθεια ενός ειδικού δύσκαμπτου εργαλείου. Οι διαδοχικές φάσεις φαίνονται στο σχήμα 2.17. Η κατεργασία απαιτεί σημαντική επιδεξιότητα από τον χειριστή και μπορεί να γίνει για αντικείμενα μέχρι 6m διάμετρο σε θερμοκρασία περιβάλλοντος. Για μέταλλα με μικρή ολκιμότητα απαιτείται μεγαλύτερη θερμοκρασία. Επίσης τα ελάσματα που διαμορφώνονται με περιώθηση λεπταίνουν και ταυτόχρονα σκληραίνουν επιφανειακά.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.157)

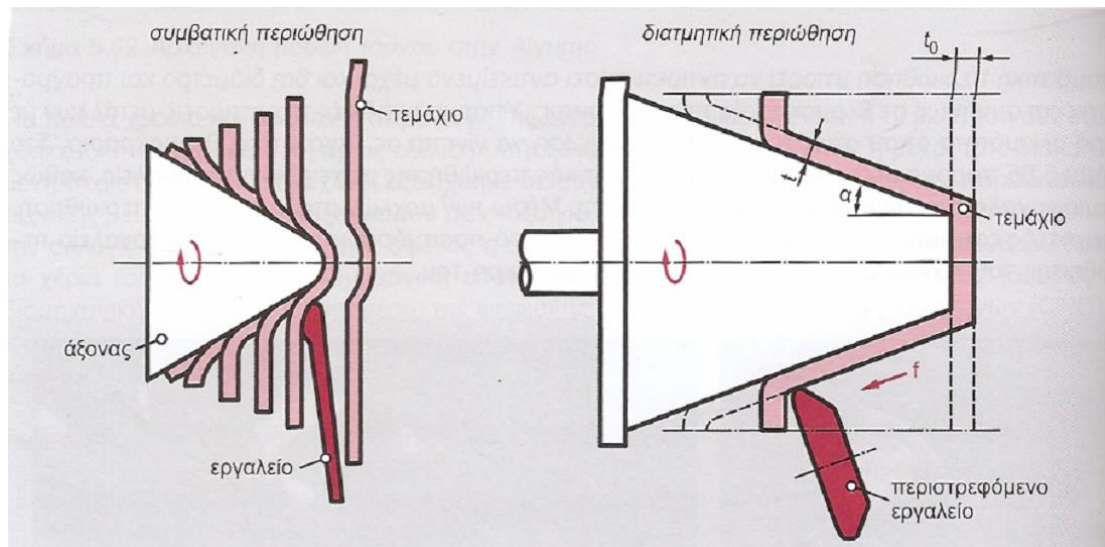


Σχήμα 2.17 Φάσεις περιώθησης

2.4.2 Διατμητική Περιώθηση

“Εδώ το έλασμα μετατρέπεται σε συμμετρικό ως προς τον άξονα σχήμα, με την διαφορά με τη συμβατική περιώθηση να ότι η διάμετρος του νέου τεμαχίου που προκύπτει να είναι ίδια με την αρχική του. Οι διαφορές τους διακρίνονται στο σχήμα 2.18. Πολύ σημαντική λεπτομέρεια στην κατεργασία είναι να μην ξεπεραστεί το ελάχιστο πάχος στο οποίο μπορεί ένα έλασμα να κατεργαστεί χωρίς να υποστεί ρωγμές ή θραύσεις.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.158)

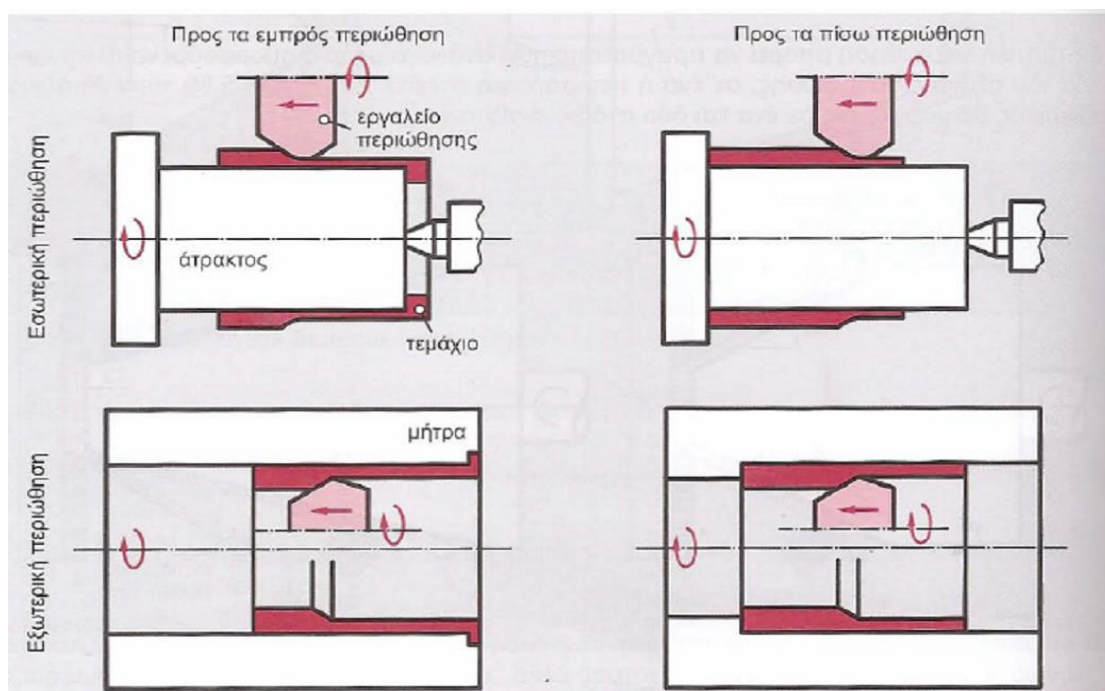


Σχήμα 2.18 Διαφορές συμβατικής και διατμητικής περιώθησης

2.4.3 Περιώθηση Σωλήνων

“Στην περιώθηση σωλήνων, οι σωλήνες με την πίεση περιστροφικών εργαλείων μειώνονται στο πάχος. Η κατεργασία γίνεται εξωτερικά ή εσωτερικά όπως επίσης προς τα μπρος ή προς τα πίσω, κάτι ανάλογο δηλαδή με την άμεση και προς τα πίσω εξώθηση. Αυτή η διαδικασία έχει ως αποτέλεσμα ένα λεπτότερο σε πάχος σωλήνα αλλά με μεγαλύτερο μήκος. Στο [σχήμα 2.19](#) βλέπουμε τις τέσσερις παραλλαγές περιώθησης σωλήνων.”

(Αντωνιάδης, 2012, σελ.160)

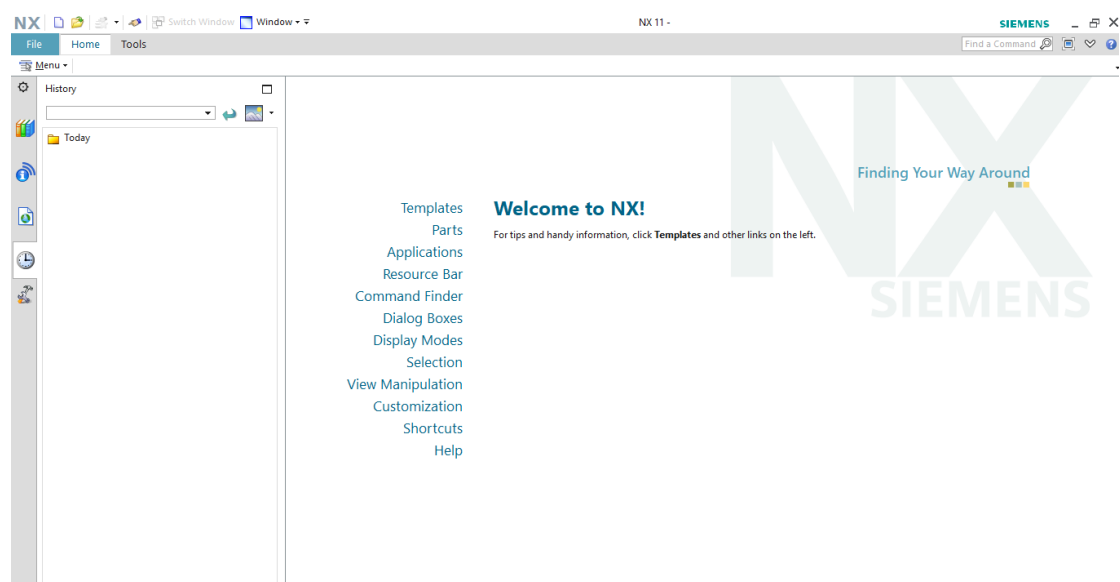


Σχήμα 2.19 Παραλλαγές περιώθησης σωλήνων

3. Παρουσίαση του συστήματος NX για επίπεδο έλασμα

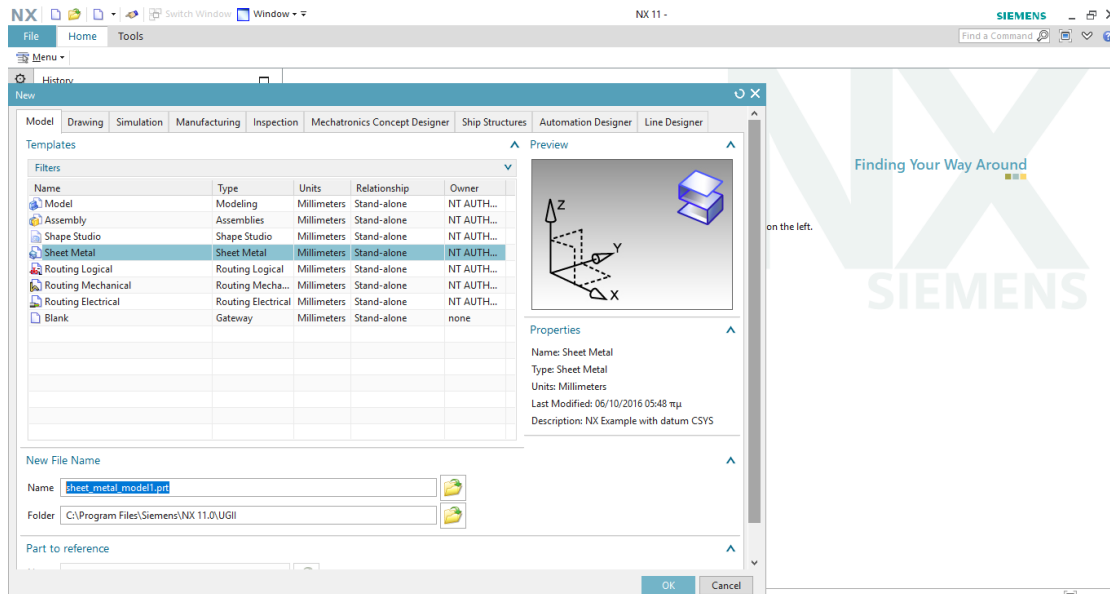
Στη διπλωματική αυτή χρησιμοποιήθηκε λογισμικό τρισδιάστατης σχεδίασης (CAD). Τέτοια λογισμικά είναι τα ProEngineer, Creo, Solidwork και NX Siemens που είναι και αυτό που θα χρησιμοποιήσουμε. Σκοπός σε αυτό το κεφάλαιο είναι να κατανοήσουμε την κάθε εντολή και την χρησιμότητά της ώστε να προχωρήσουμε στην ανάλυση του αντικειμένου που θα κατεργαστούμε. Επίσης εδώ δεν θα αναλυθούν οι πολυάριθμες επιλογές του προγράμματος που υπάρχουν είτε για την σχεδίαση 2D είτε για την 3D, παρά μόνο οι ειδικές εντολές της κατηγορίας “Sheet Metal”.

Ανοίγουμε το πρόγραμμα και βρισκόμαστε στην αρχική σελίδα όπως φαίνεται στο σχήμα 3.1.



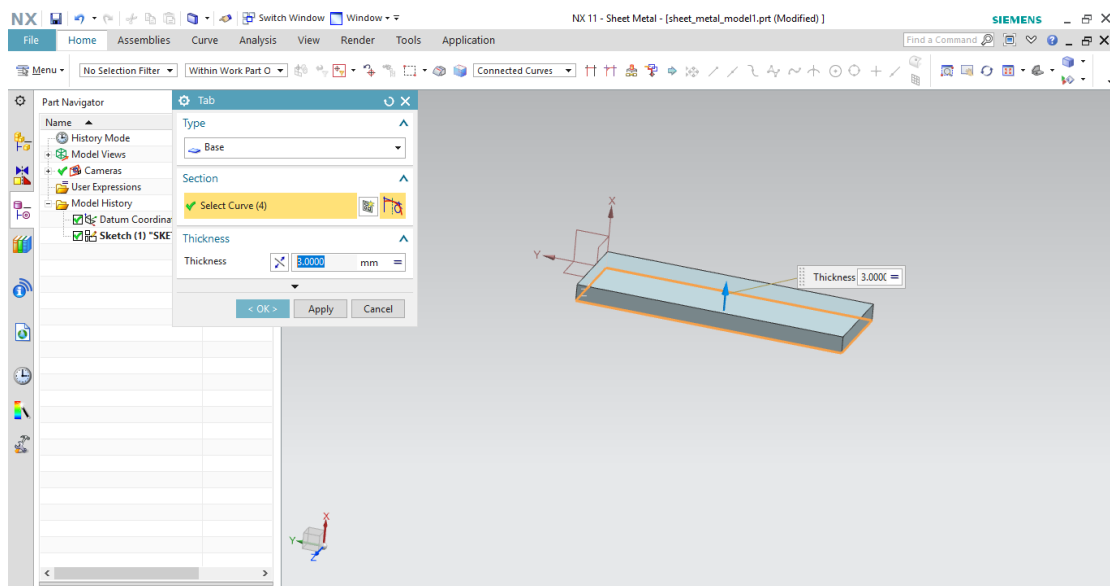
Σχήμα 3.1 Αρχική σελίδα

Επιλέγουμε File → New και επιλέγουμε Sheet Metal όπως φαίνεται στο σχήμα 3.2.



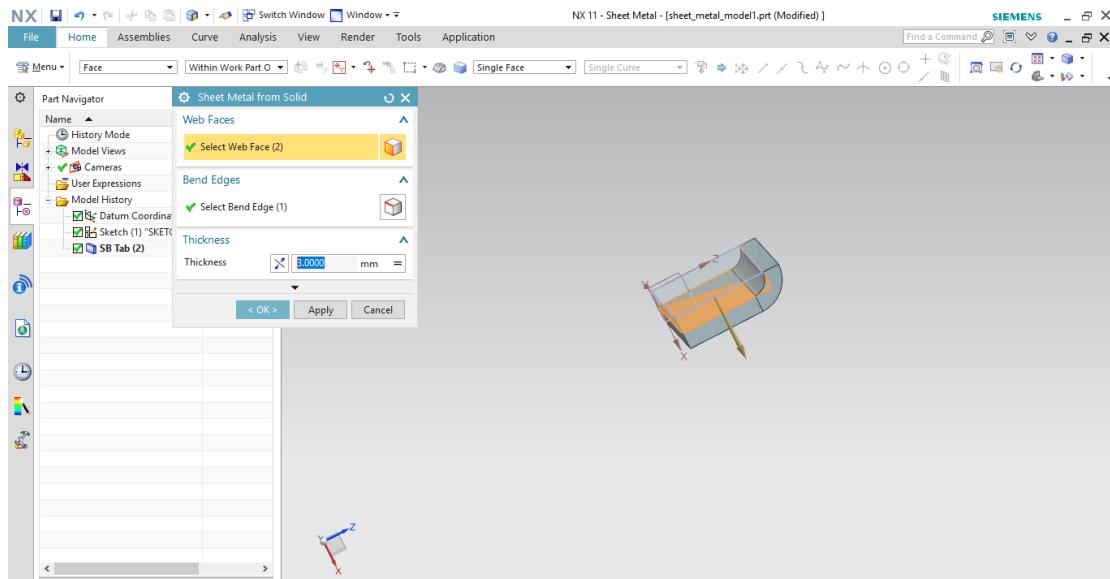
Σχήμα 3.2 Επιλογή σχεδίασης “Sheet Metal”

Ξεκινάμε με την πρώτη εντολή “Tab”. Με την συγκεκριμένη εντολή μπορούμε να δώσουμε υλικό σε οποιοδήποτε σχήμα, με προκαθορισμένο πάχος πάντα στο πρότυπα ενός ελάσματος. Συνήθως χρησιμοποιείται ως εναρκτήριο, ως την βάση δηλαδή του αντικειμένου που θέλουμε να δημιουργήσουμε. Στο σχήμα 3.3 βλέπουμε τις ρυθμίσεις και το αποτέλεσμα της.



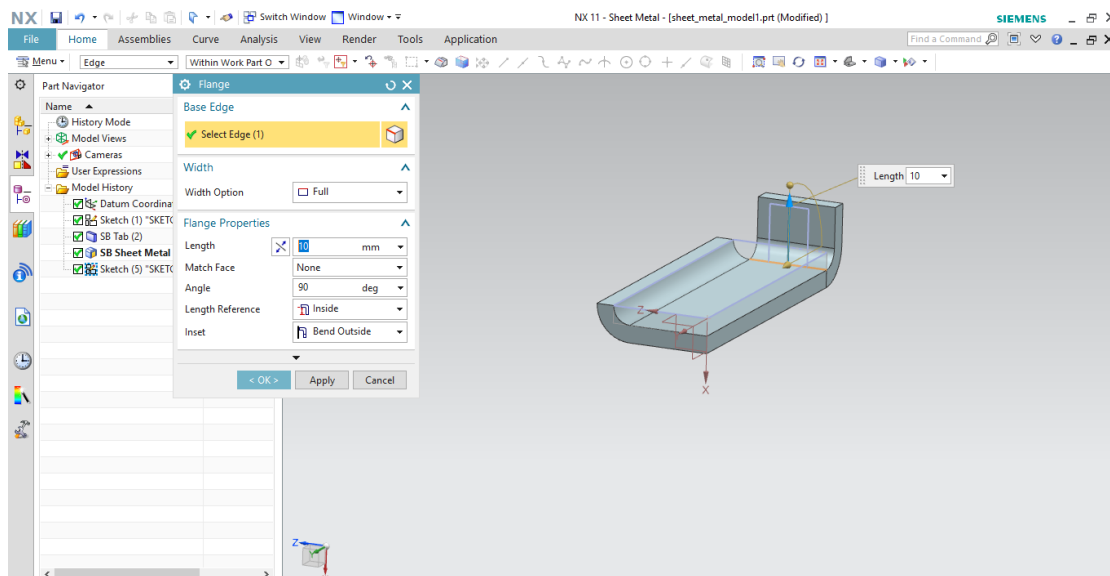
Σχήμα 3.3 Εντολή “Tab”

Επόμενη εντολή η “Sheet Metal from Solid”. Εδώ μπορούμε επιλέγοντας την ανάλογη γωνία να δώσουμε κυρτότητα όπως παρατηρούμε στο σχήμα 3.4.



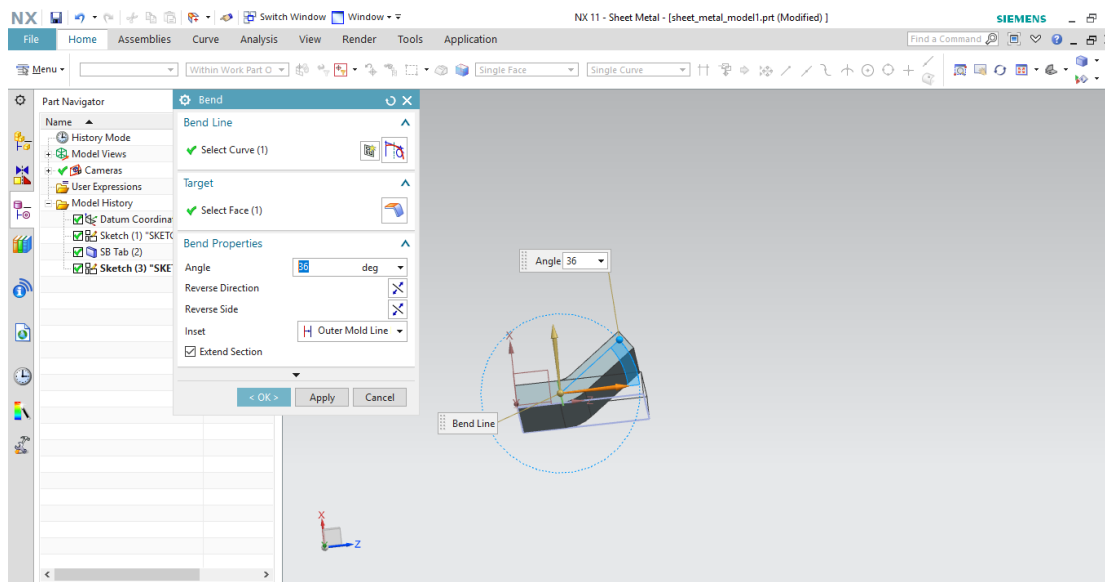
Σχήμα 3.4 Εντολή “Sheet Metal from Solid”

Παρόμοια με την προηγούμενη εντολή είναι η “Flange”. Η κύρια διαφορά εδώ είναι η ποικίλες επιλογές που έχουμε οι οποίες είναι μήκος, μοίρες, απόσταση από το προεπιλεγμένο σημείο και πλάτος του κυρτώματος όπως παραθέτονται στο σχήμα 3.5.



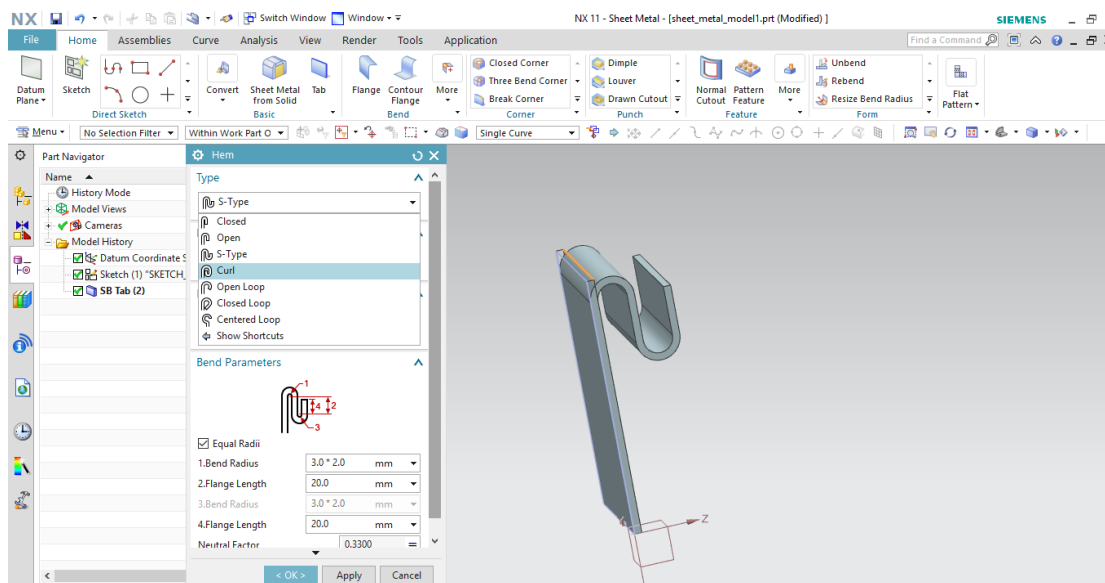
Σχήμα 3.5 Εντολή “Flange”

Επόμενη εντολή είναι η “Bend”. Με την βοήθεια μιας οδηγήτριας γραμμής μπορούμε να κυρτώσουμε το αντικείμενο σε διαφορετικές μοίρες, πλευρά και κατεύθυνση. Παράδειγμα της εντολής φαίνεται στην εικόνα 3.6.



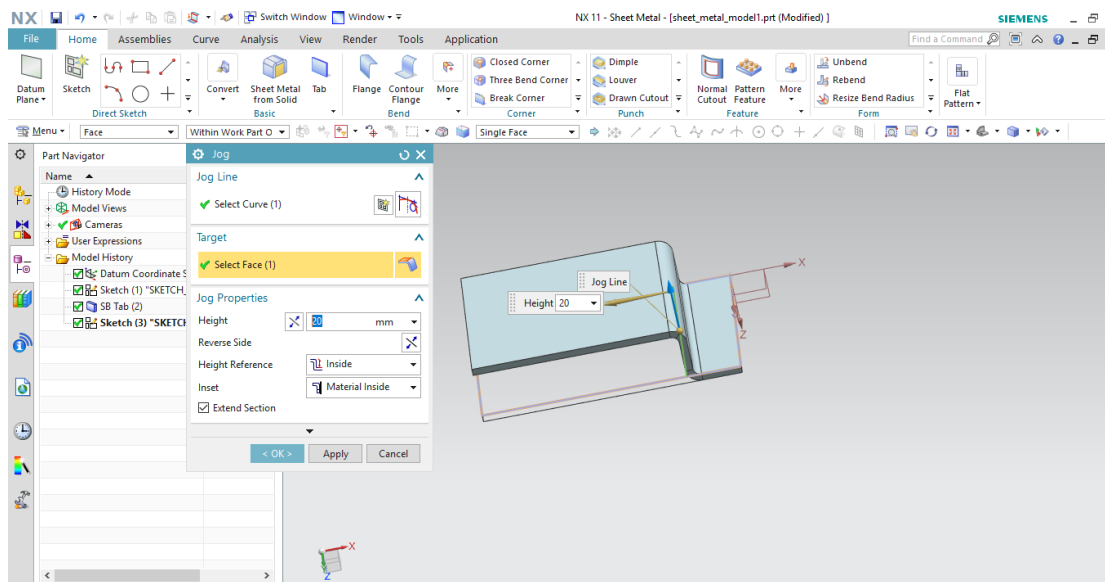
Σχήμα 3.6 Εντολή “Bend”

Άλλη μια υποκατηγορία στην εντολή “Bend” είναι η “Hem Flange”. Όπως οι περισσότερες εντολές και εδώ υπάρχει πολυπλοκότητα ως προς τον τύπο της καμπύλης και τις παραμέτρους της. Ένα δείγμα της βλέπουμε στο σχήμα 3.7.



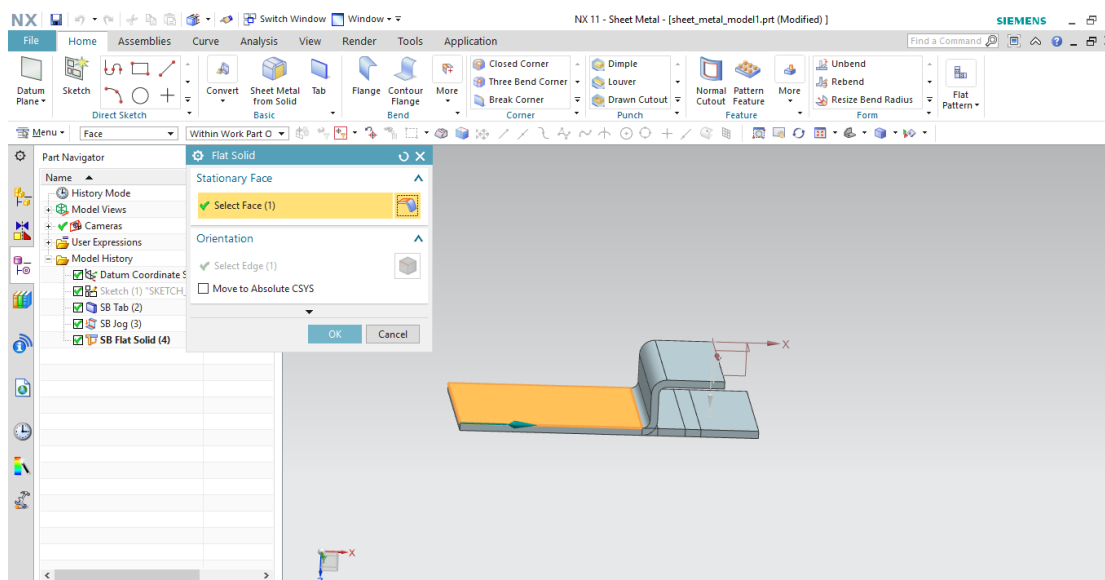
Σχήμα 3.7 Εντολή “Hem Flange”

Επόμενη εντολή στην ίδια κατηγορία είναι η εντολή “Jog”. Με την βοήθεια του Sketch δίνουμε ένα σημείο αναφοράς στο οποίο το εναπομένον αντικείμενο κυρτώνεται σε ένα ύψος δική μας επιλογής όπως βλέπουμε στο σχήμα 3.8.



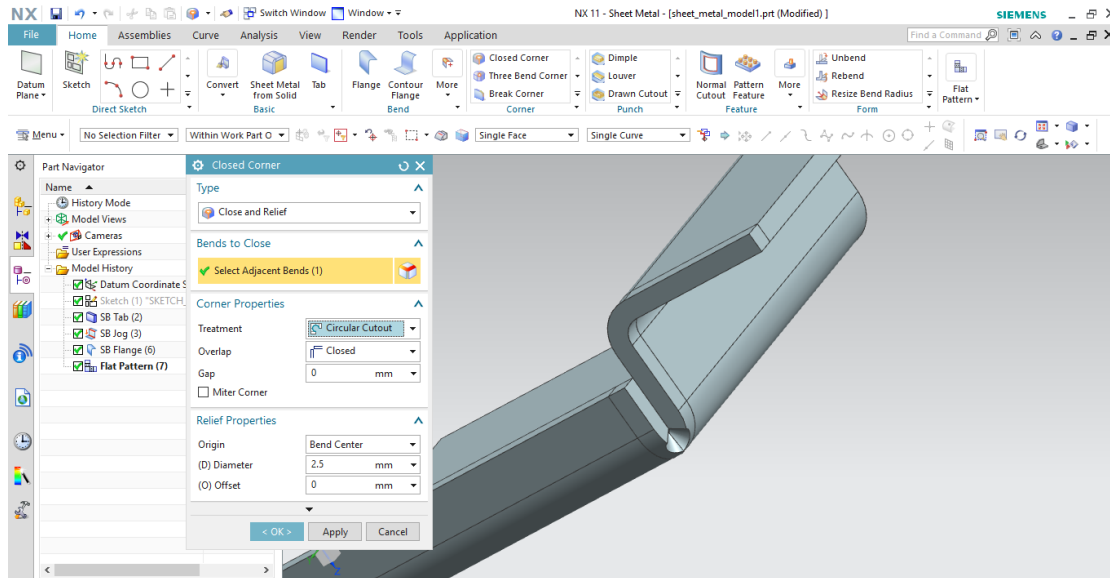
Σχήμα 3.8 Εντολή “Jog”

Συνεχίζουμε με την εντολή “Flat Solid”. Ανάλογα με την επιφάνεια που επιλέγουμε η εντολή αυτή μας εμφανίζει την προέκταση αυτής της επιφάνειας σε δύο επίπεδα με όλες τις επεξεργασίες που έχει υποστεί (σχήμα 3.9).



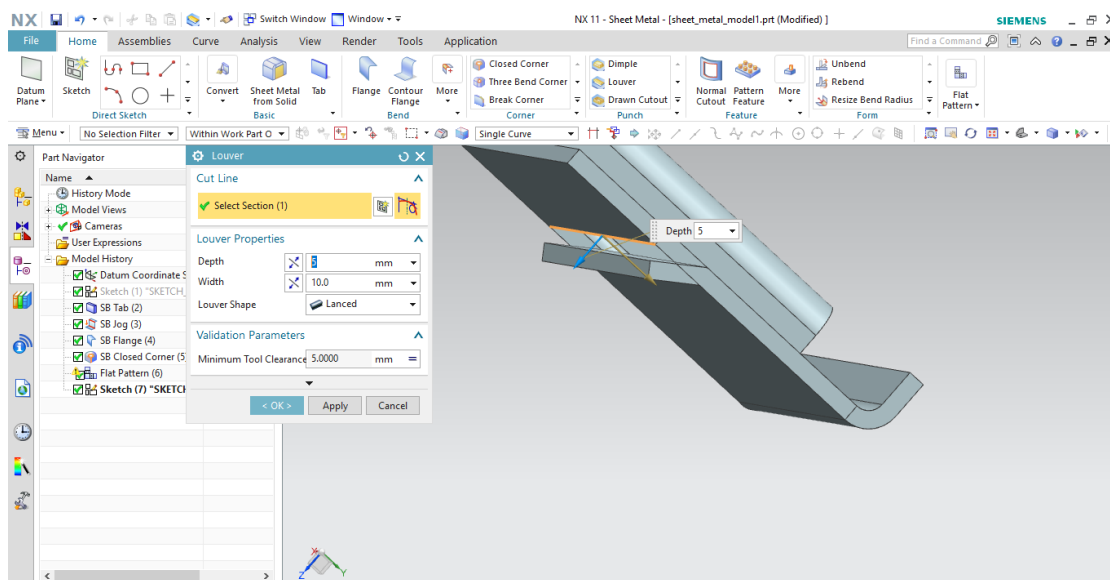
Σχήμα 3.9 Εντολή “Flat Solid”

Μια εντολή που χρησιμεύει στο να κλείνουν κενά μεταξύ κατεργασιών τύπου Bend, είναι η “Closed Corner” και τα αποτελέσματά της διακρίνονται στο σχήμα 3.10.



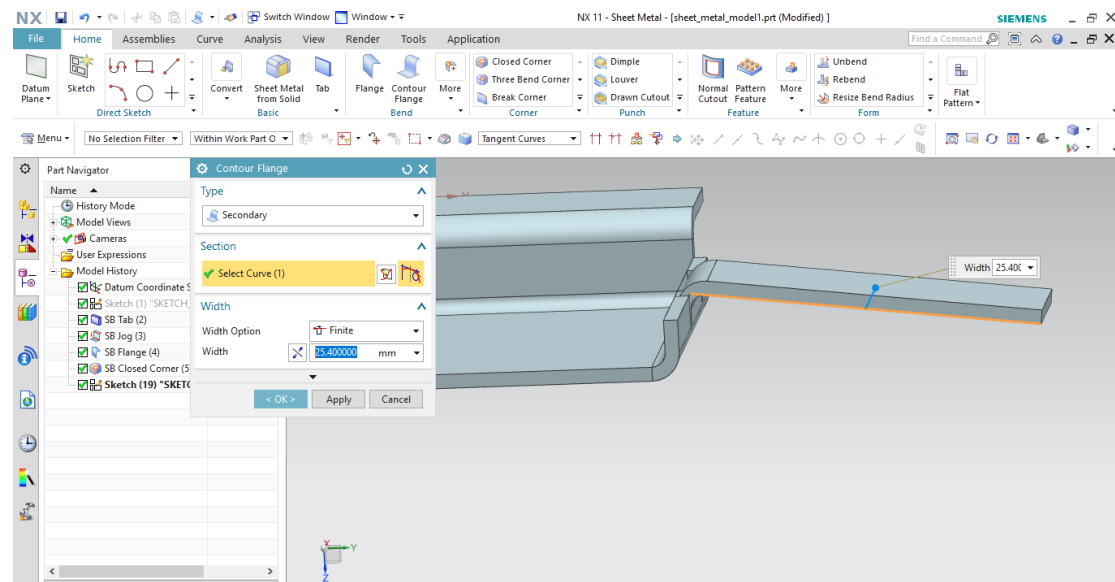
Σχήμα 3.10 Εντολή “Closed Corner”

Σε μια πιο διαφορετική εντολή όπως η “Louner” μπορούμε με την βοήθεια σχεδίασης να κόψουμε σε ένα επίπεδο ένα σημείο του αντικειμένου λυγίζοντας το στην ουσία σε γωνία της επιλογής μας. Στο σχήμα 3.11 βλέπουμε την μορφή του.



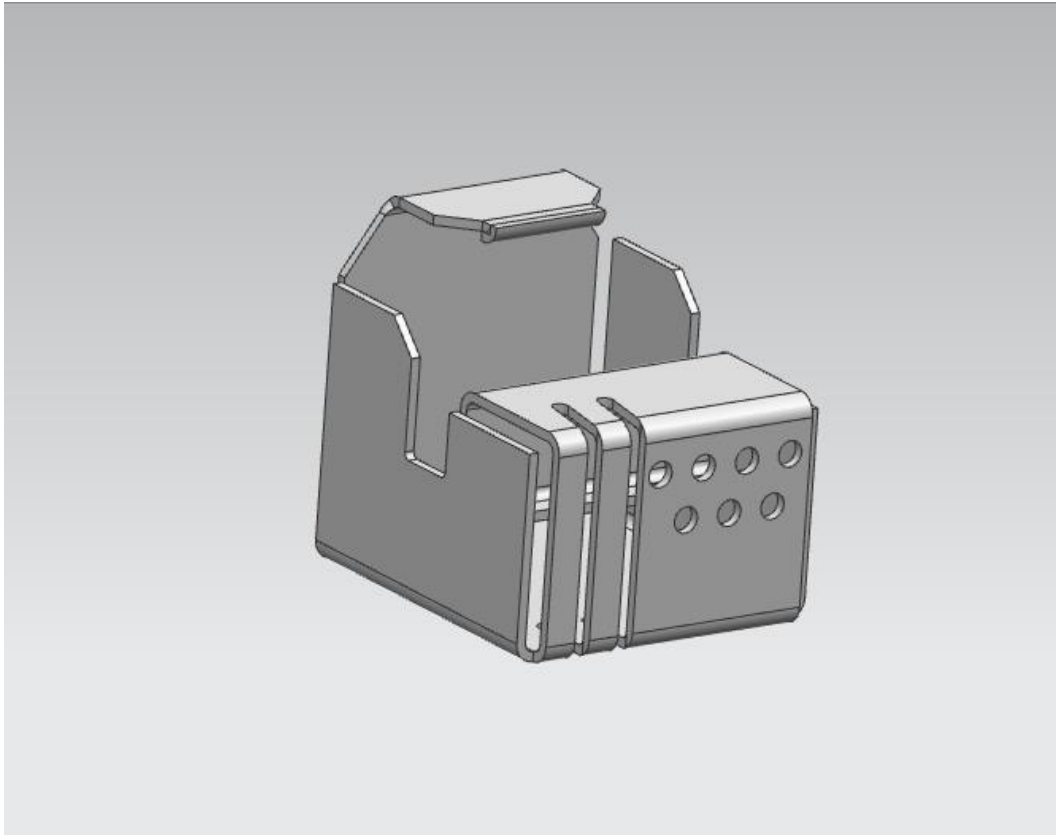
Σχήμα 3.11 Εντολή “Louner”

Στο σχήμα 3.12 βλέπουμε την εντολή “Contour Flange”. Εδώ επιλέγουμε μια ακμή στην οποία η κυρτόμενη προέκταση ακολουθεί μια καθορισμένη τροχιά (trajectory).



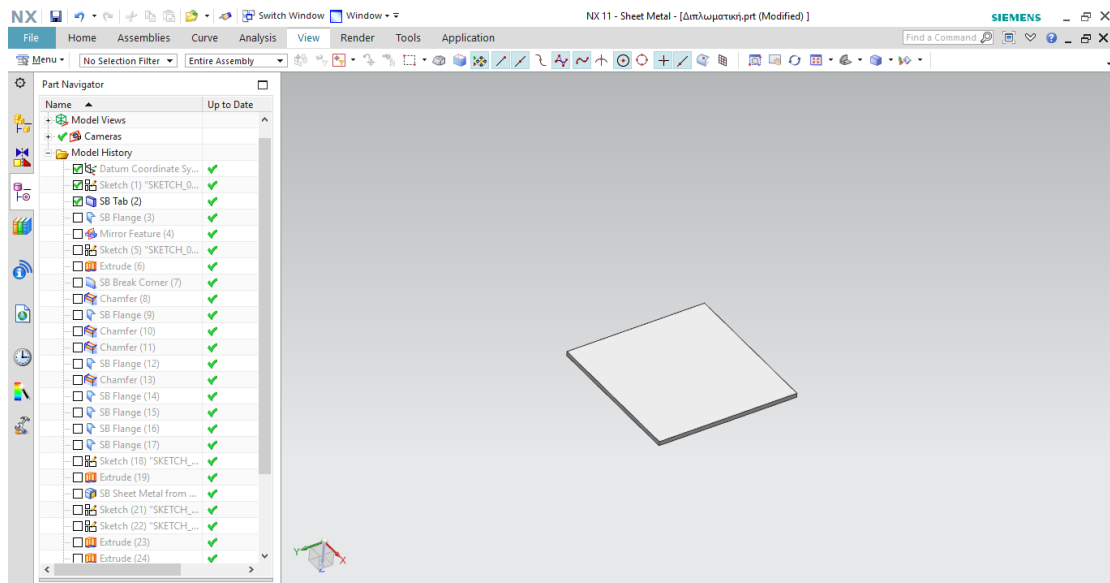
Σχήμα 3.12 Εντολή “Contour Flange”

4. Παρουσίαση του μοντέλου



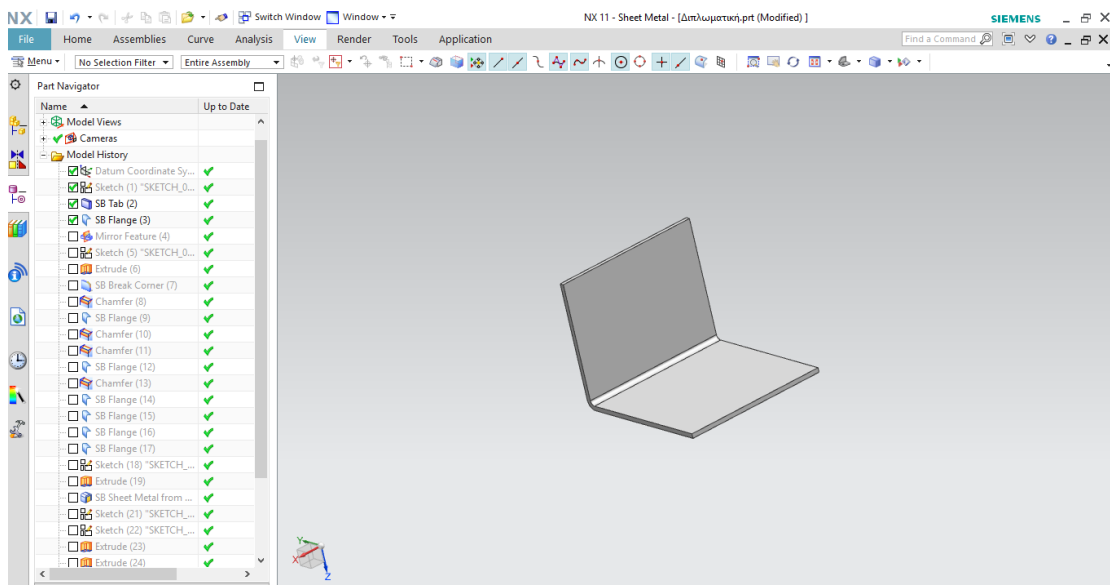
Στο κεφάλαιο αυτό θα γίνει αναλυτική παρουσίαση του μοντέλου που σχεδιάστηκε, αναδεικνύοντας βήμα-βήμα με την βοήθεια εικόνων αλλά και επεξήγησης πως φτάσαμε στο τελικό αντικείμενο.

Στο σχήμα 4.1 ξεκινάμε με την βάση του αντικειμένου. Επιλέγοντας Home → Sketch σχεδιάζουμε την βάση και με την εντολή Tab το σχέδιο παίρνει την παρακάτω μορφή.

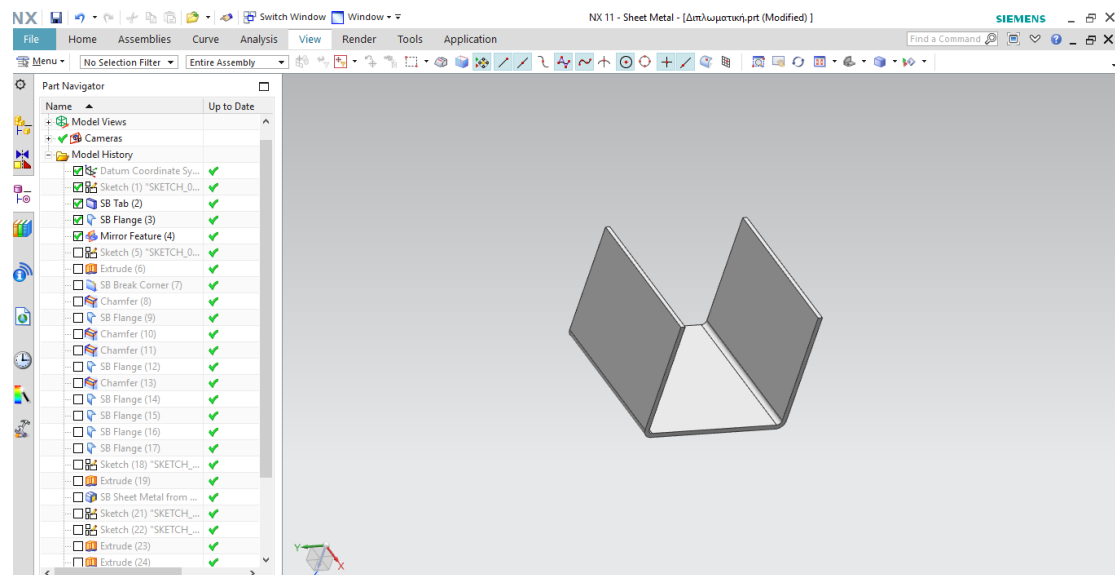


Σχήμα 4.1 Sketch και Tab

Με την βοήθεια της εντολής Flange και Mirror προκύπτουν τα αντικείμενα στα σχήματα 4.2 και 4.3.

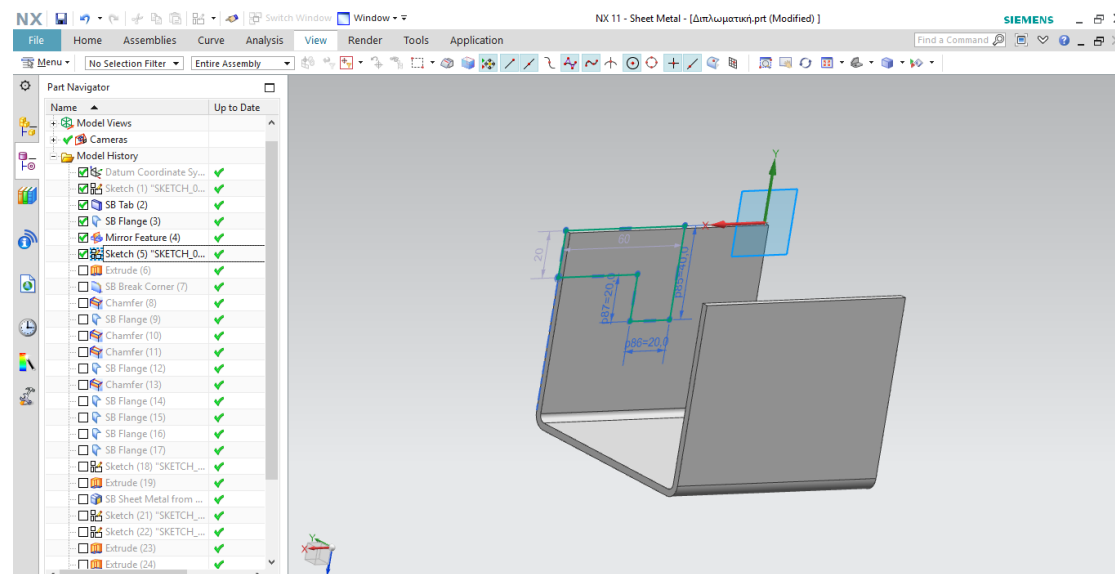


Σχήμα 4.2 Flange

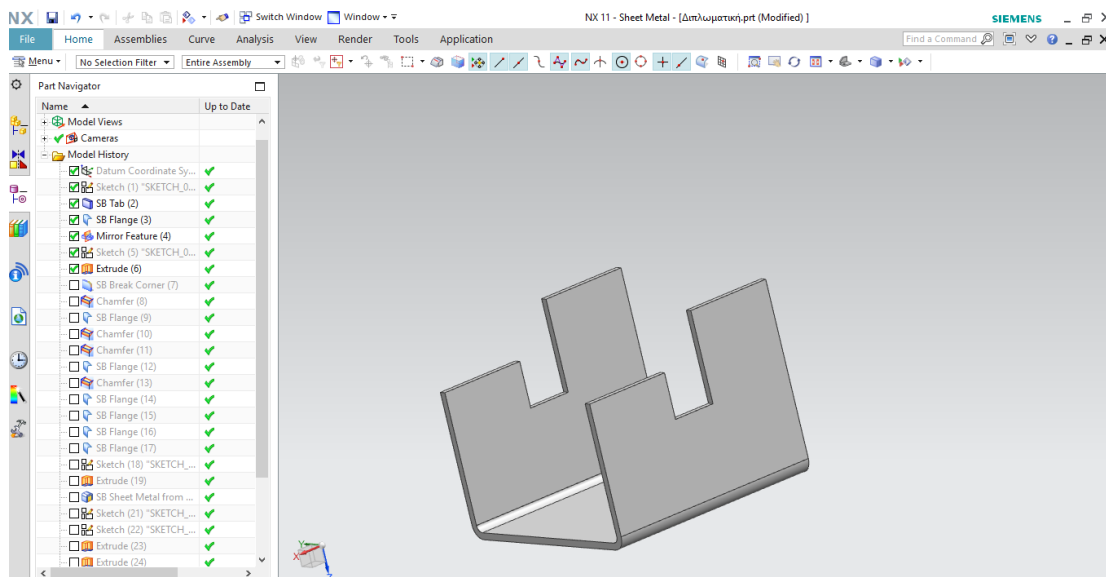


Σχήμα 4.3 Mirror

Στο σχήμα 4.4 σχεδιάσαμε το προς αφαίρεση υλικό και με Extrude → Subtract γίνεται η κοπή του (σχήμα 4.5).

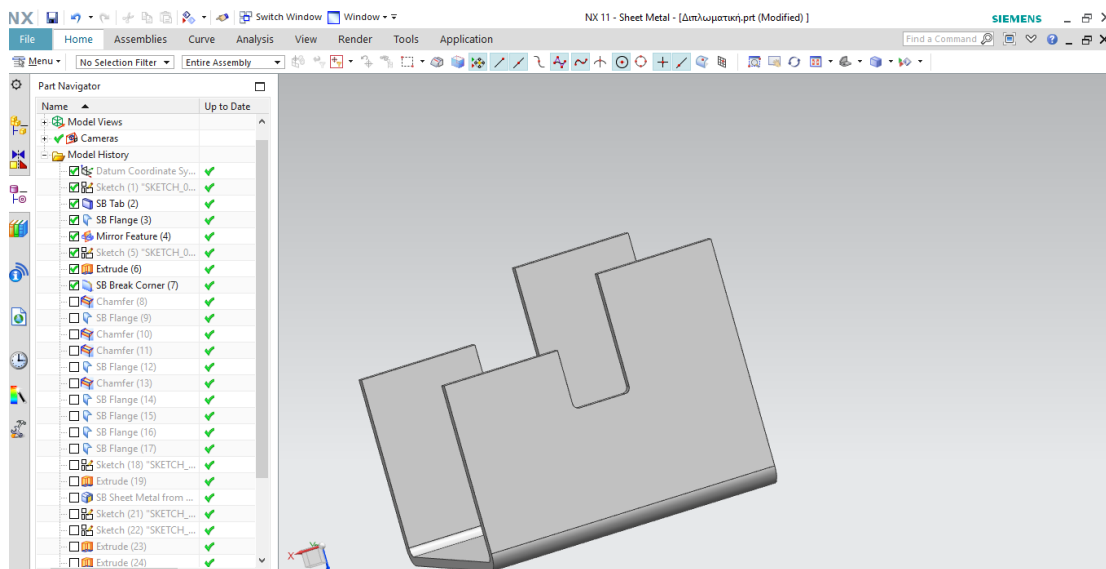


Σχήμα 4.4 Σχεδίαση του προς αφαίρεση υλικού

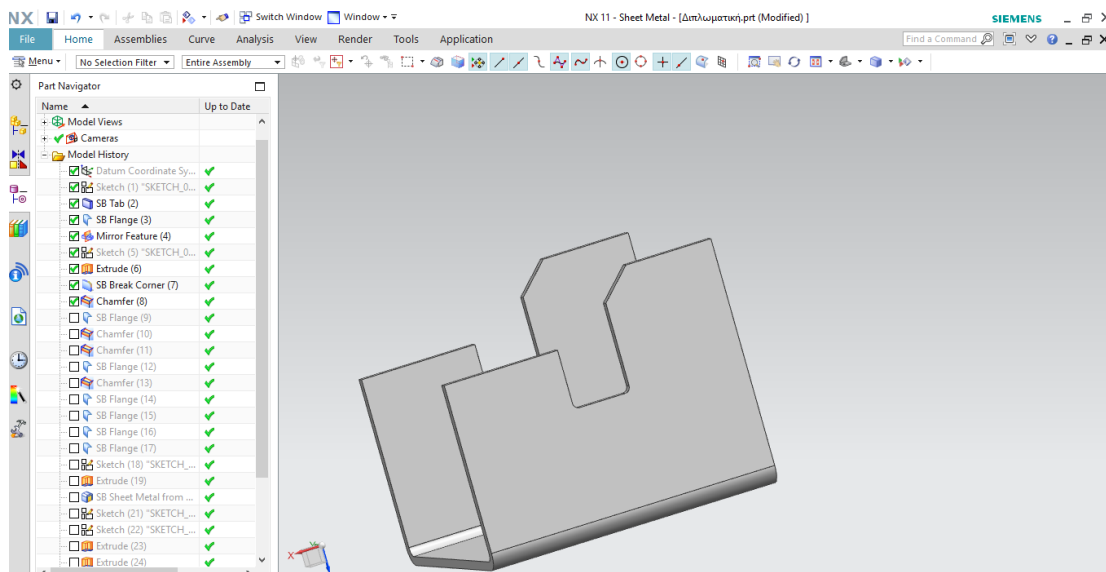


Σχήμα 4.5 Κοπή υλικού με Extrude → Subtract

Στην συνέχεια με τις εντολές Break Corner και Chamfer, στρογγυλεύουμε και διχοτομούμε συγκεκριμένες ακμές όπως παρατηρείται στα σχήματα 4.6 και 4.7.

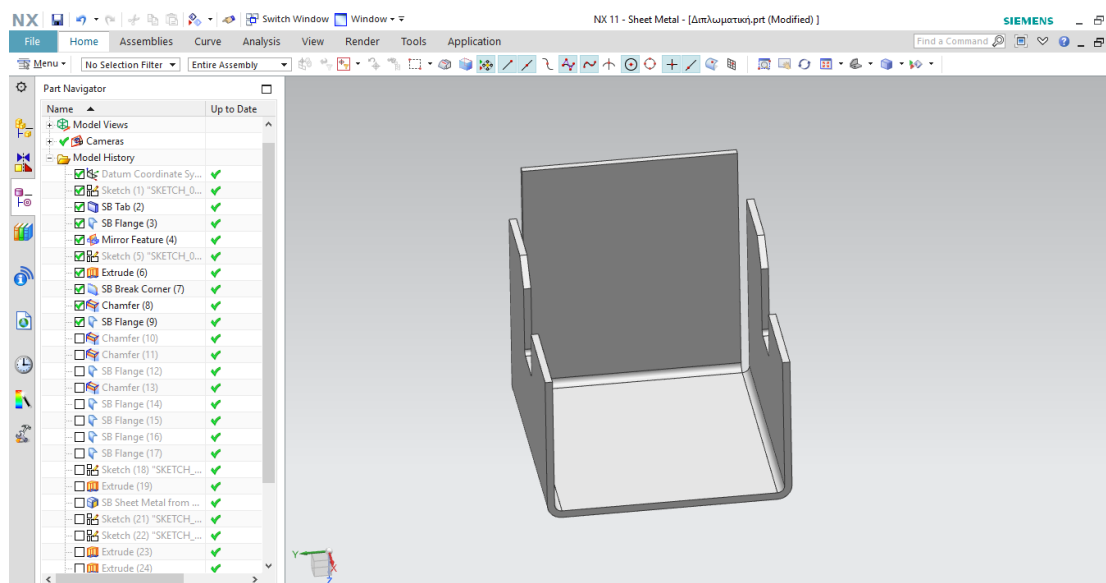


Σχήμα 4.6 Break Corner

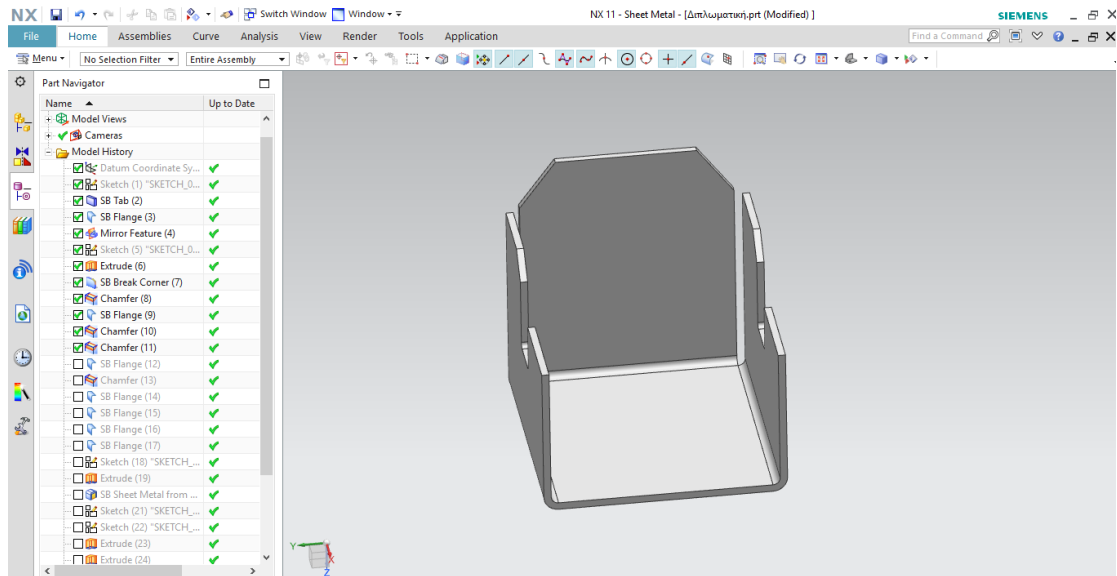


Σχήμα 4.7 Chamfer

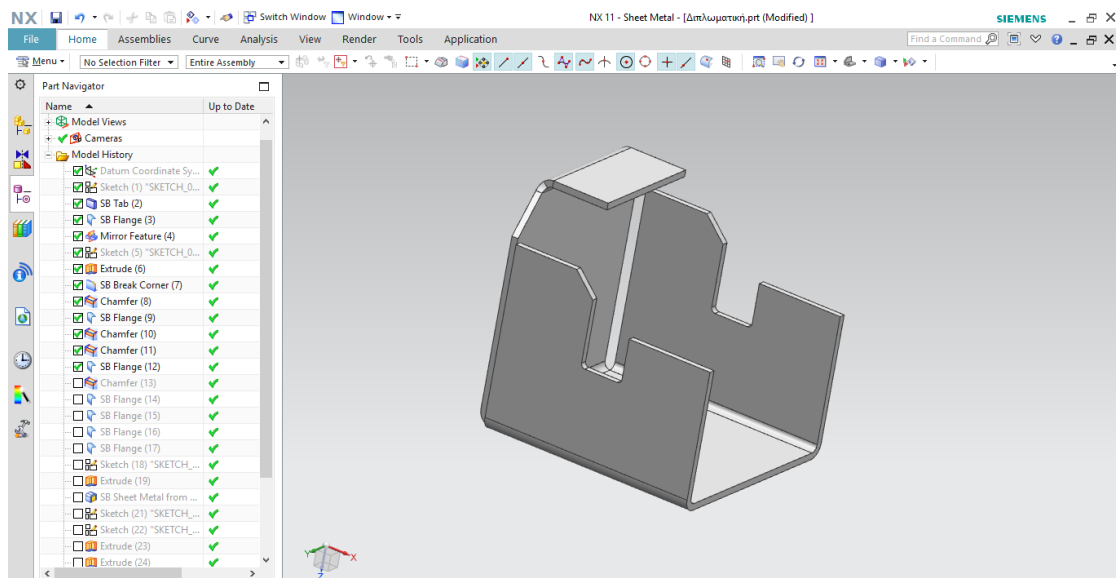
Στα σχήματα 4.8, 4.9, 4.10 και 4.11 χρησιμοποιούμε Flange, Chamfer, Flange και ξανά Chamfer για την δημιουργία νέων αντικειμένων και την κοπή τους.



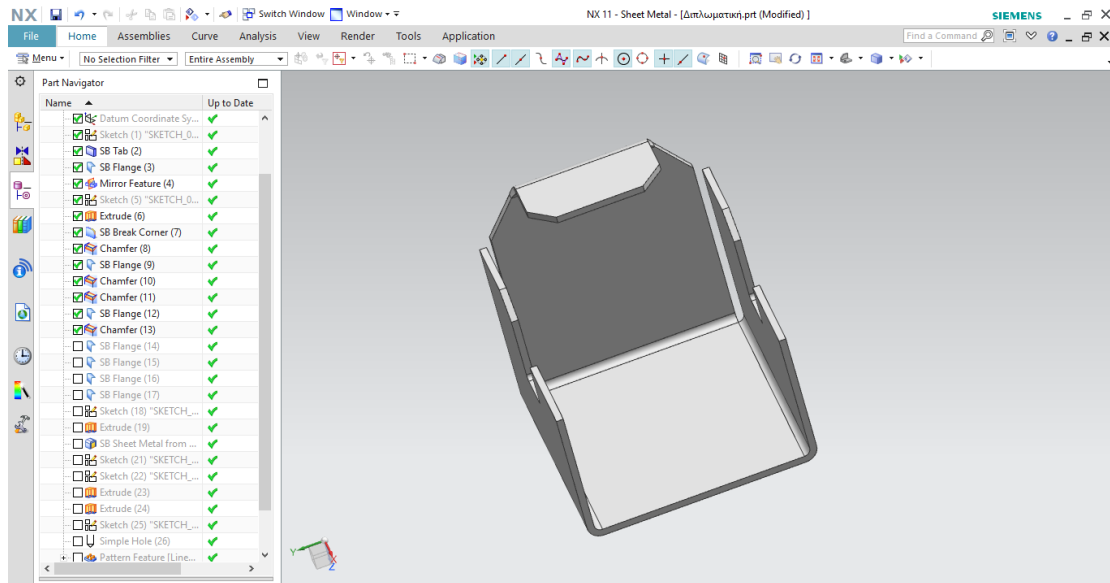
Σχήμα 4.8 Flange



Σχήμα 4.9 Chamfer

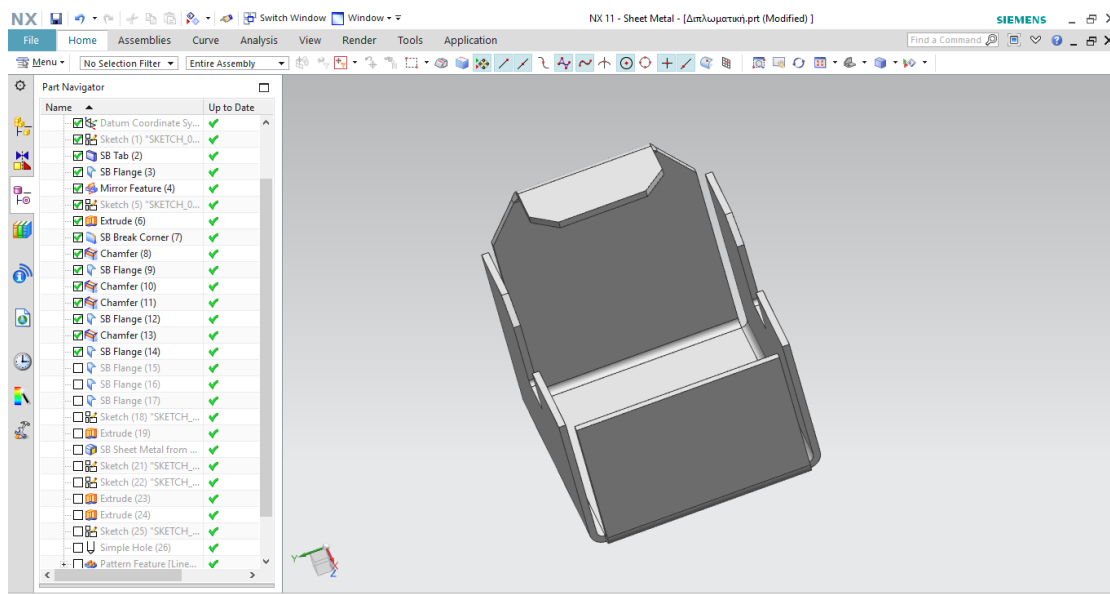


Σχήμα 4.10 Flange

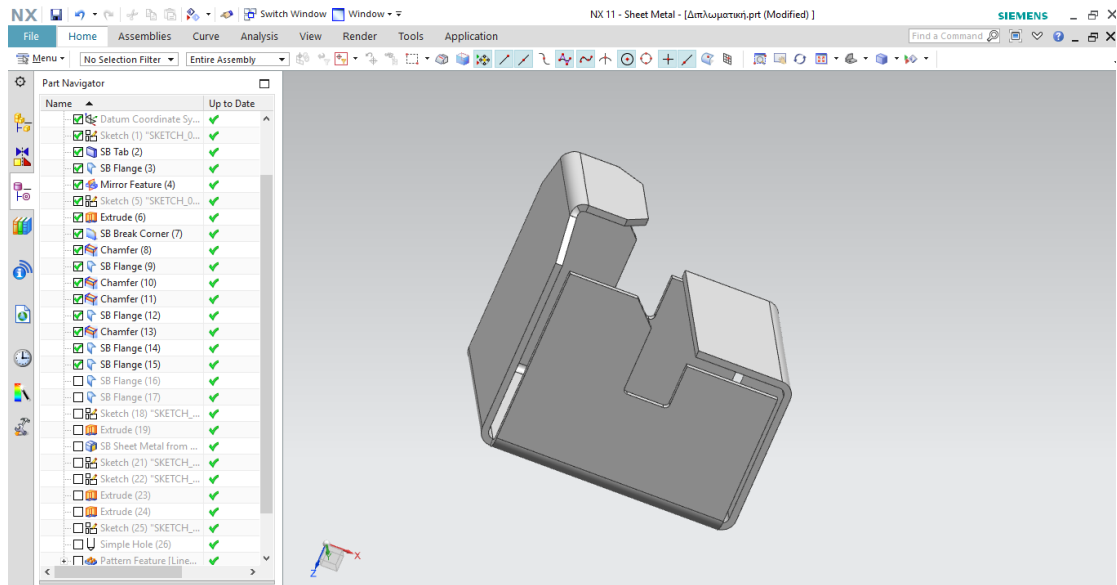


Σχήμα 4.11 Chamfer

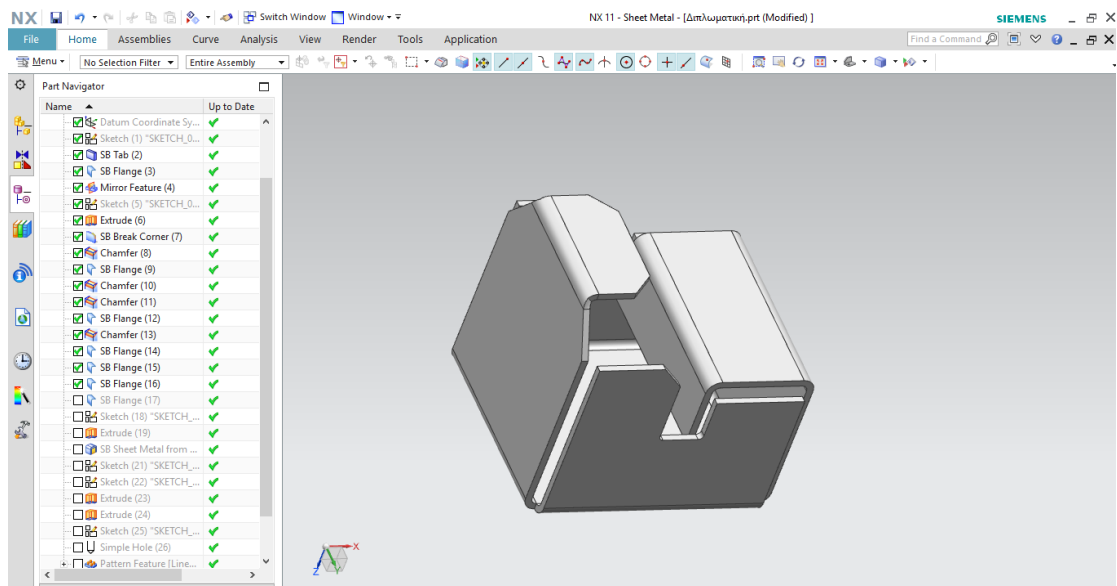
ΣΤΙΣ ΕΙΚΟΝΕΣ 4.12, 4.13, 4.14 και 4.15 συνεχίζουμε με την εντολή Flange να δίνουμε υλικό στο αντικείμενο μας.



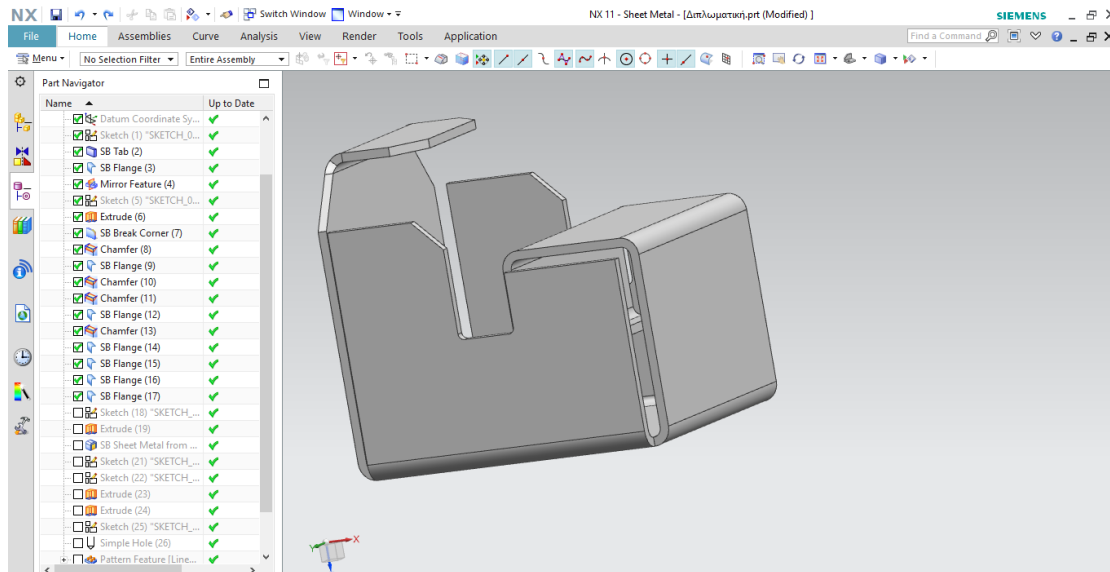
Σχήμα 4.12 Flange



Σχήμα 4.13 Flange

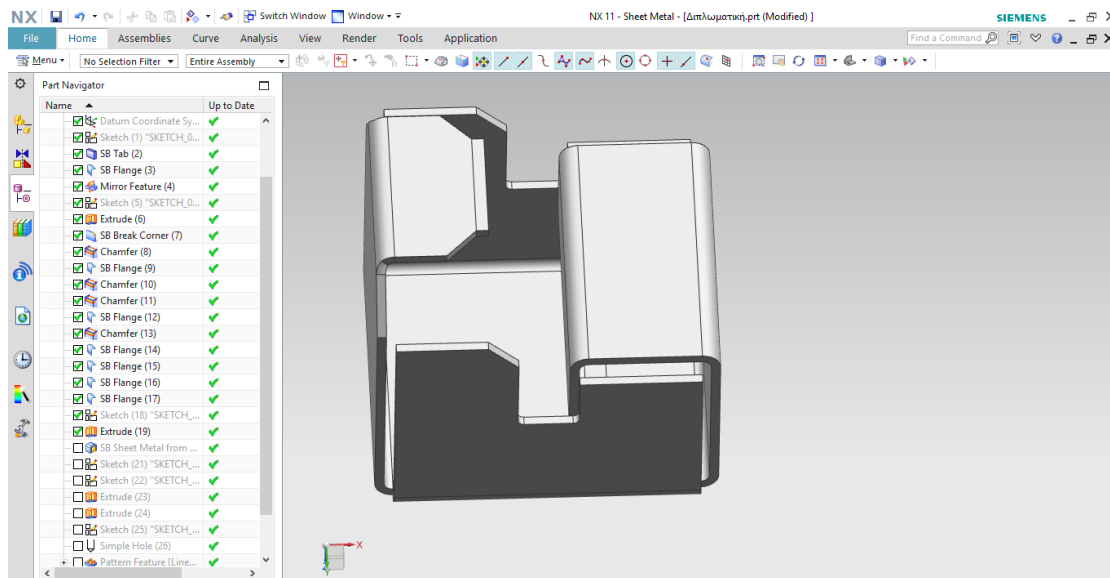


Σχήμα 4.14 Flange



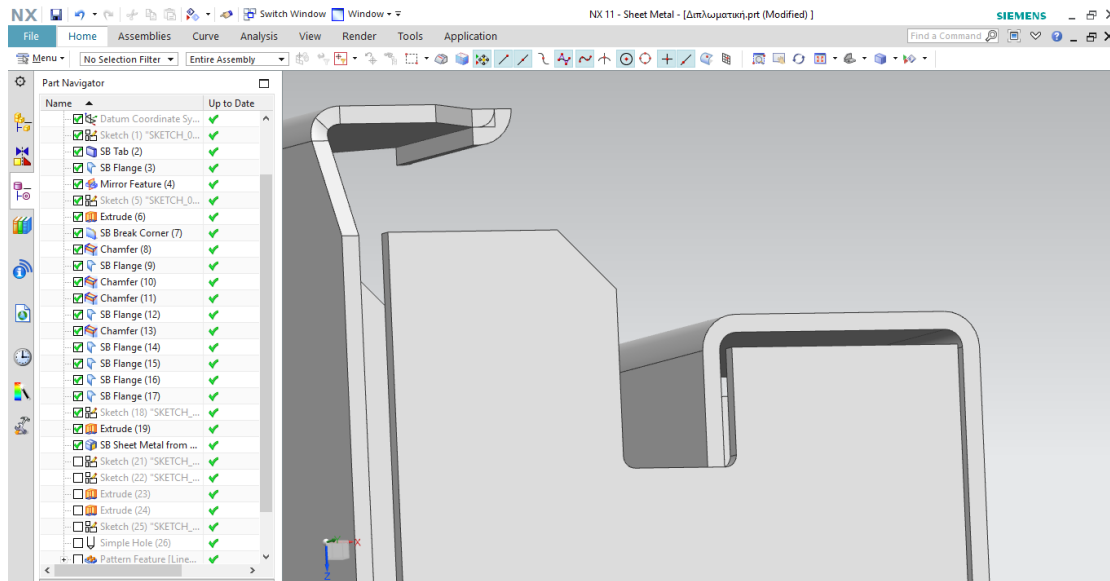
Σχήμα 4.15 Flange

Στην εικόνα 4.16 προεκτείνουμε με τις βασικές εντολές.



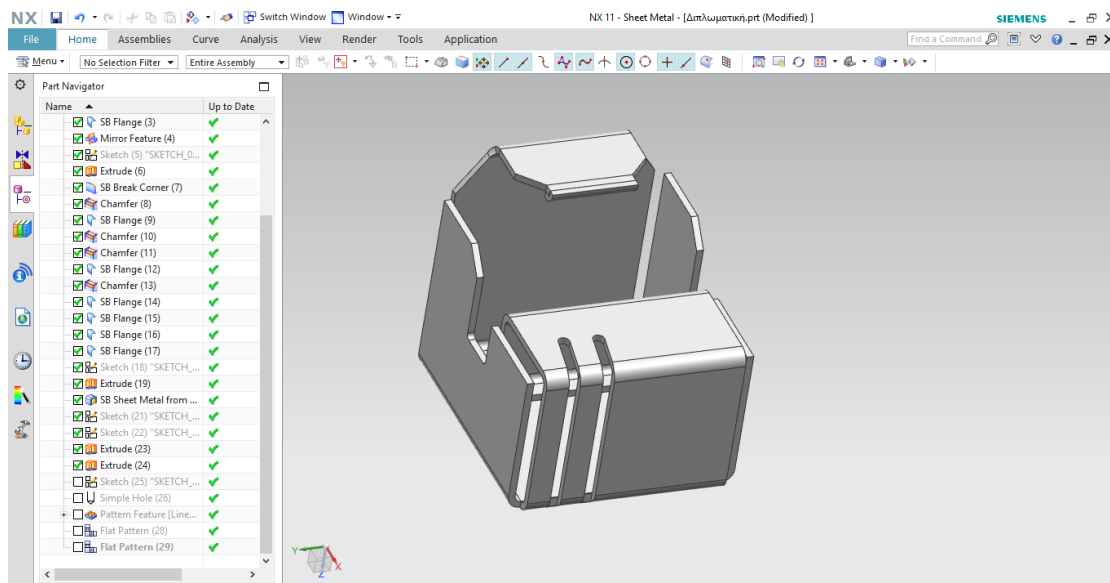
Σχήμα 4.16 Sketch και Extrude

Με Sheet Metal from Solid τοποθετείται το κυρτό αντικείμενο εφαπτόμενο στην προηγούμενη προέκταση όπως φαίνεται στο σχήμα 4.17.

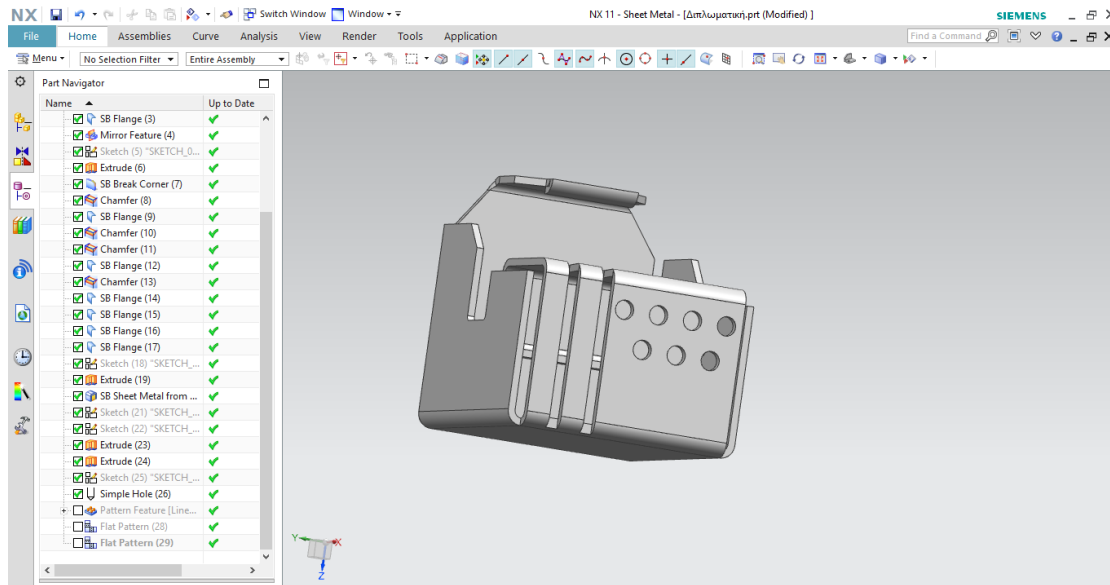


Σχήμα 4.17 Sheet Metal from Solid

Τέλος στα σχήματα 4.18, 4.19 με τις εντολές Extrude→ Subtract, Hole και Pattern προκύπτει η τελική μορφή του αντικειμένου.



Σχήμα 4.18 Extrude



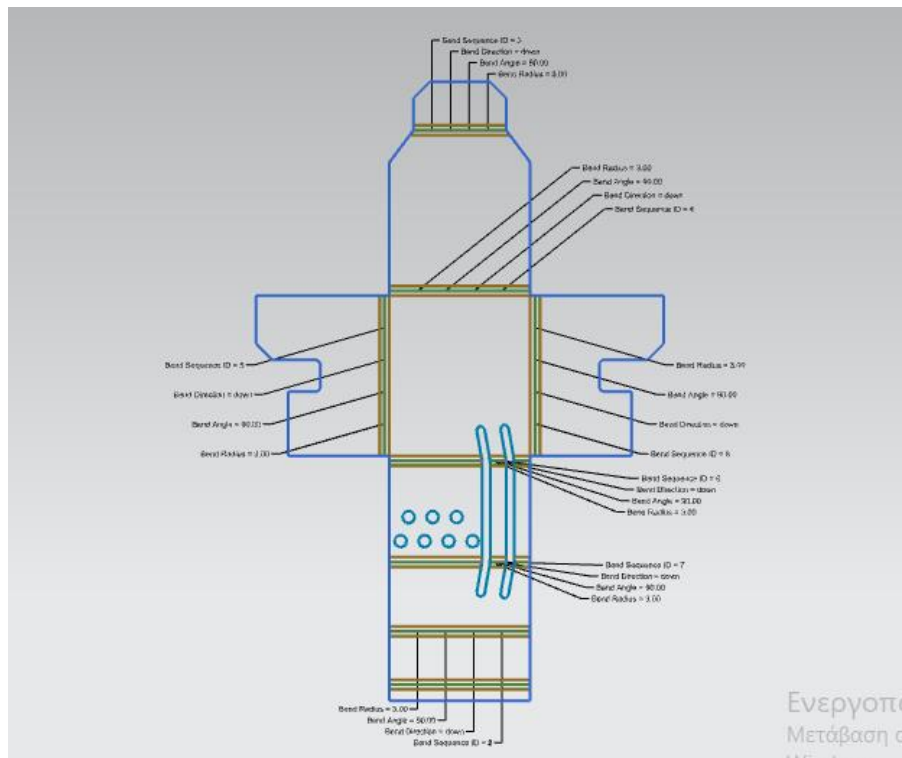
Σχήμα 4.19 Hole και Pattern

5. Κατεργασία του μοντέλου σε πρέσα

Κλείνοντας αυτή την εργασία θα παρουσιάσουμε το τρόπο με τον οποίο το συγκεκριμένο αντικείμενο επεξεργάστηκε ως προς τη κοπή και όλες τις παραμέτρους που έπρεπε να λάβουμε υπόψη ώστε να προκύψει το τελικό αποτέλεσμα.

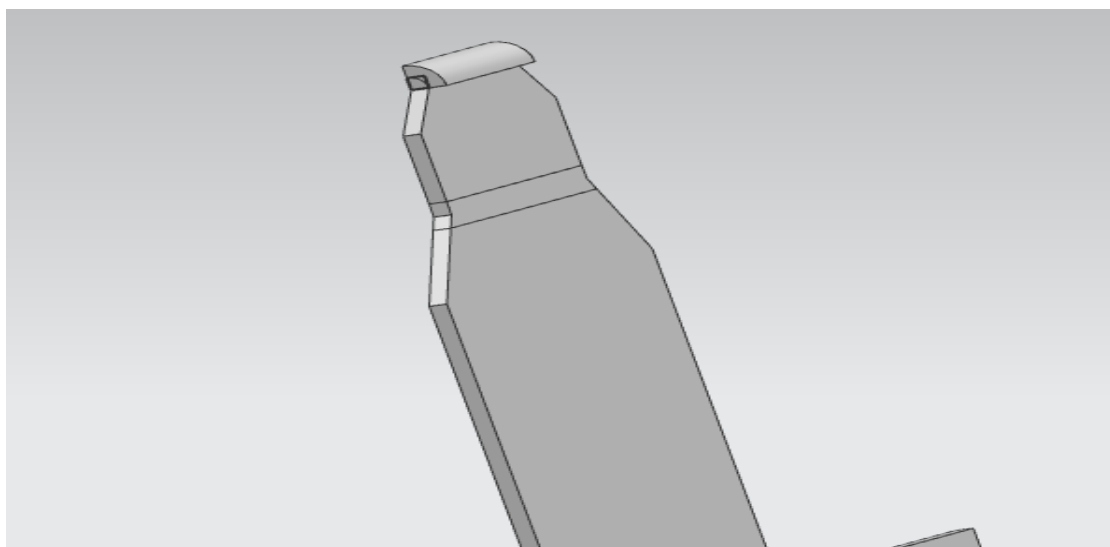
Το βασικότερο πρόβλημα που αντιμετωπίζεται στην κατεργασία ενός ελάσματος, είτε κατασκευάζεται από μηχανές είτε από κάποιον μηχανικό με την βοήθεια εργαλείων, είναι η σειρά με την οποία αποφασίζουμε να κατεργαστούμε ένα αντικείμενο. Έχοντας σωστή προτεραιότητα των εργασιών, η κατεργασία ενός αντικειμένου μπορεί να γίνει πολύ γρήγορη και πολύ εύκολη ενώ στην αντίθετη περίπτωση πολύ δύσκολη και πολύ χρονοβόρα. Αντίστοιχα επηρεάζει και την επιλογή εργαλείων (κοπής, κάμψης, κλπ). Φυσικά στην δημιουργία ενός πολύπλοκου αντικειμένου, οι λάθος επιλογές ως προς την προτεραιότητα των εργασιών μπορούν εκτός από την απώλεια χρόνου και την ανάγκη για περισσότερο ανθρώπινο δυναμικό, να αποφέρουν μερική ή ακόμα και ολική ζημιά του αντικειμένου. Όπως είναι λογικό όλα τα παραπάνω συνεπάγονται σε κόστος. Στο παρόν αντικείμενο λόγω της απλότητάς του, έχοντας όπως προαναφέραμε σωστή προτεραιότητα εργασιών, καταφέρνουμε να φτάσουμε στο τελικό αποτέλεσμα χωρίς ιδιαίτερο πρόβλημα και χωρίς την χρήση κάποιου εξεζητημένου εργαλείου.

Αρχίζοντας την κατεργασία του αντικειμένου, έχουμε στην διάθεσή μας ένα επίπεδο έλασμα. Το πρώτο πράγμα που επιλέγουμε είναι να υλοποιήσουμε οποιαδήποτε κοπή χρειάζεται το αντικείμενο. Οι κοπές αυτές μπορούν να γίνουν εύκολα είτε με μηχανές CNC, είτε με laser ή ακόμα και με πλάσμα. Για την δημιουργία οπών εύκολο είναι να χρησιμοποιήσουμε την μέθοδο της απότμησης και αφού ολοκληρωθούν οι κοπές θα έχουμε το αντικείμενο του σχήματος 5.1.



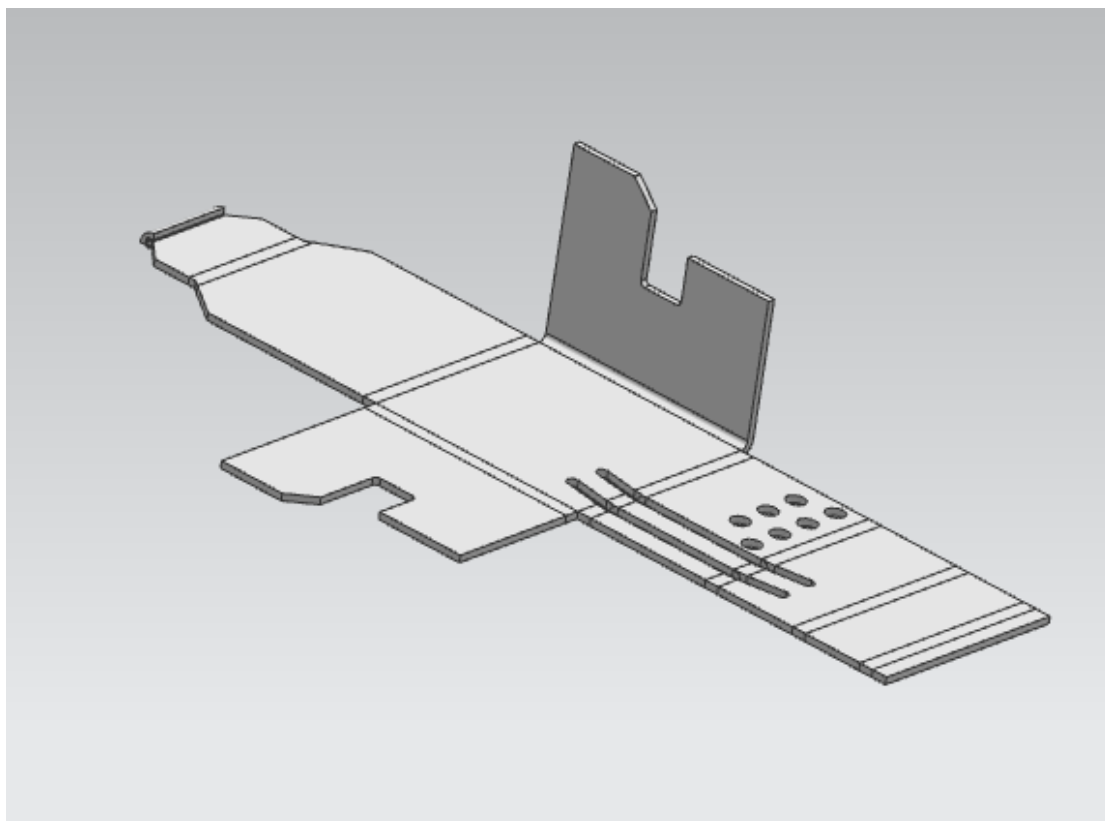
Σχήμα 5.1 Μορφή αντικειμένου μετά την απότμηση

Το αντικείμενο τώρα για να καταλήξει στη τελική του μορφή πρέπει με να κάμψουμε τα διάφορα σημεία που εμφανίζονται με βέλη στο σχήμα 5.1. Πρώτη θα γίνει η κάμψη του σημείου στο σχήμα 5.2. Όπως σε όλα τα σημεία, έτσι και εδώ η κάμψη έγινε με εργαλείο μορφής V και την βοήθεια στρατζόπρεσσας, με την διαφορά ότι εδώ χρειάστηκε και περιστροφικό εργαλείο για να κάμψουμε το έλασμα τόσο ώστε να εφάπτεται με το αντικείμενο. Στα σχήματα 2.11, 2.15 έχουμε ήδη δείξει απεικονίσεις των εργαλείων.

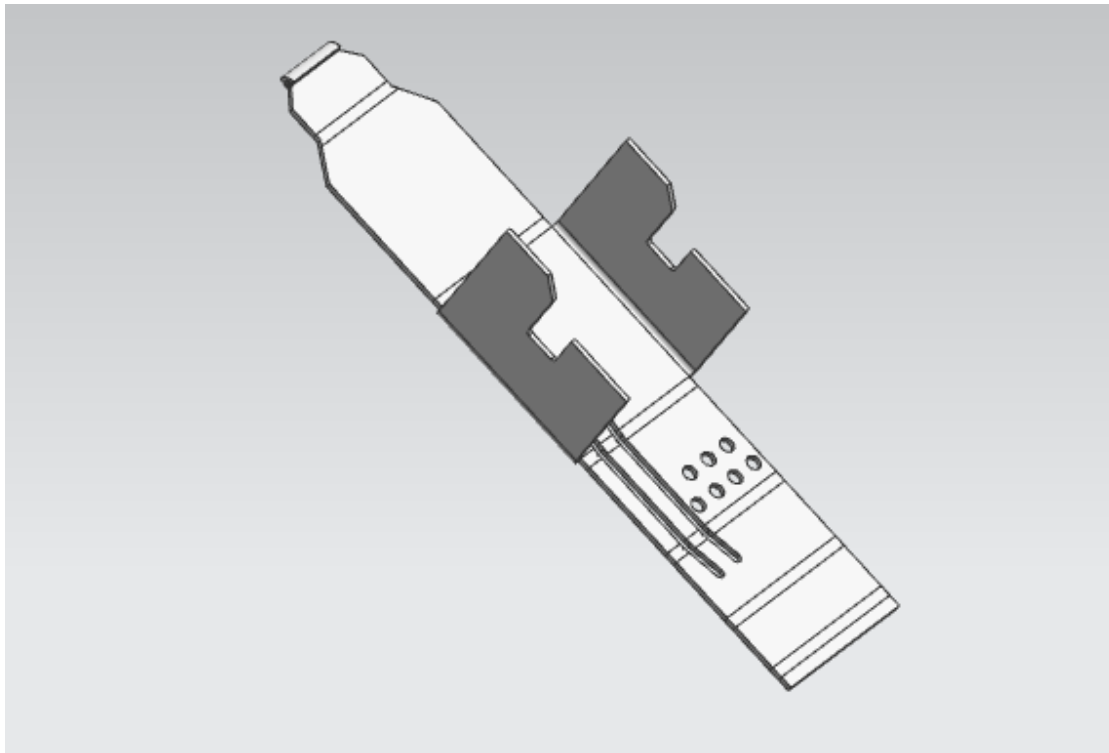


Σχήμα 5.2 1^η κάμψη

Επόμενες κάμψεις θα είναι τα δύο πλαϊνά σημεία, τα οποία φαίνονται στα σχήματα 5.3, 5.4, ώστε να αποφευχθεί τυχόν δυσκολία στην περίπτωση που ξεκινάγαμε με το κάτω μέρος το οποίο είναι και το πιο σύνθετο.

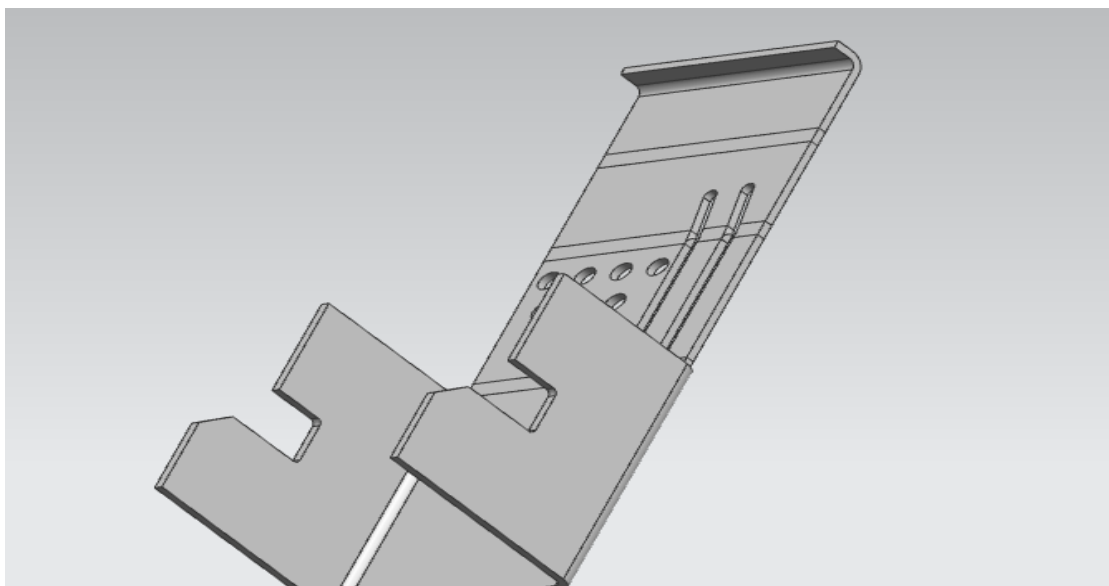


Σχήμα 5.3 2^η κάμψη

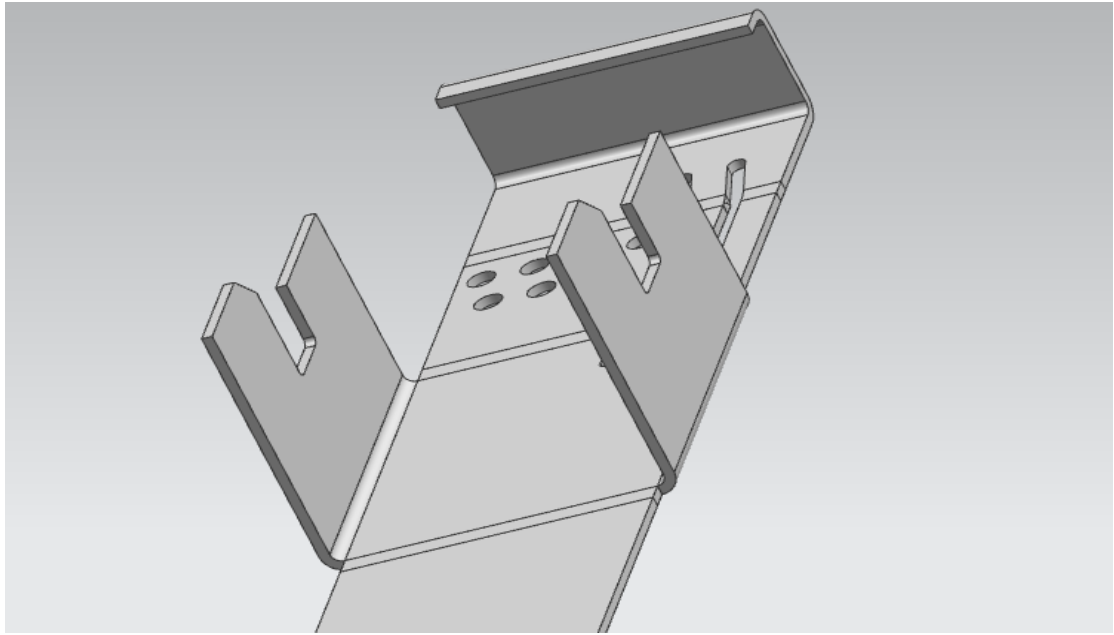


Σχήμα 5.4 3^η κάμψη

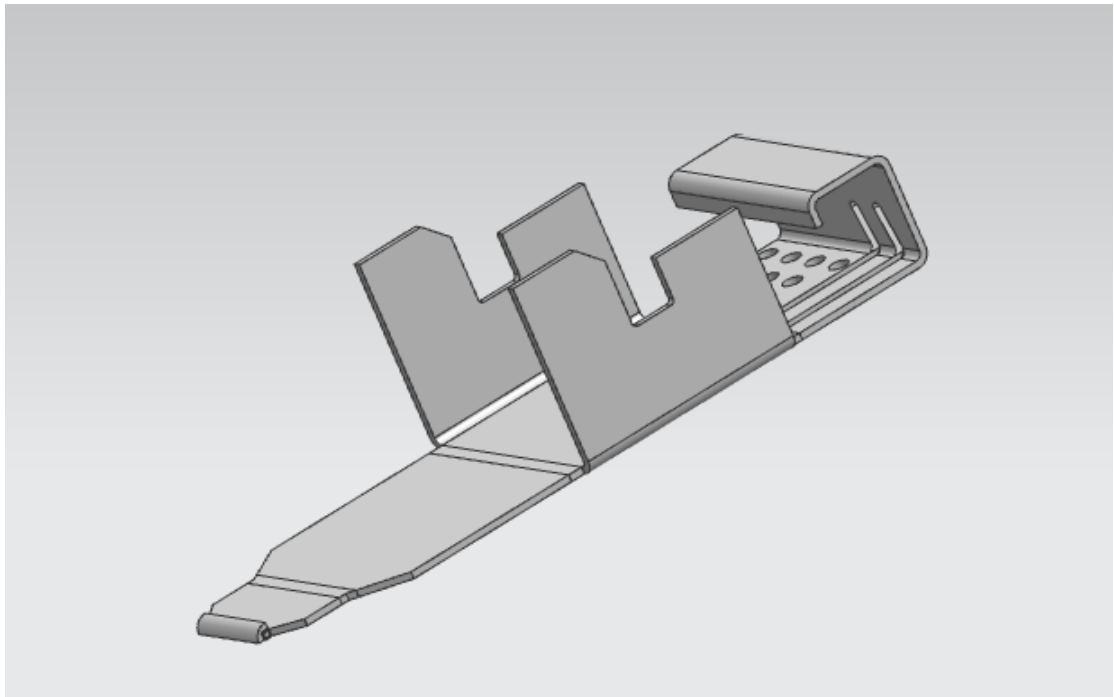
Συνεχίζουμε με το κάτω μέρος, το οποίο όπως προαναφέρθηκε είναι το πιο σύνθετο, και για να μην μας δημιουργήσει κάποιο πρόβλημα στην διαδικασία των κάμψεων θα πάμε από την άκρη προς την μέση. Στα σχήματα 5.5, 5.6, 5.7 και 5.8 βλέπουμε βήμα-βήμα την όλη διαδικασία.



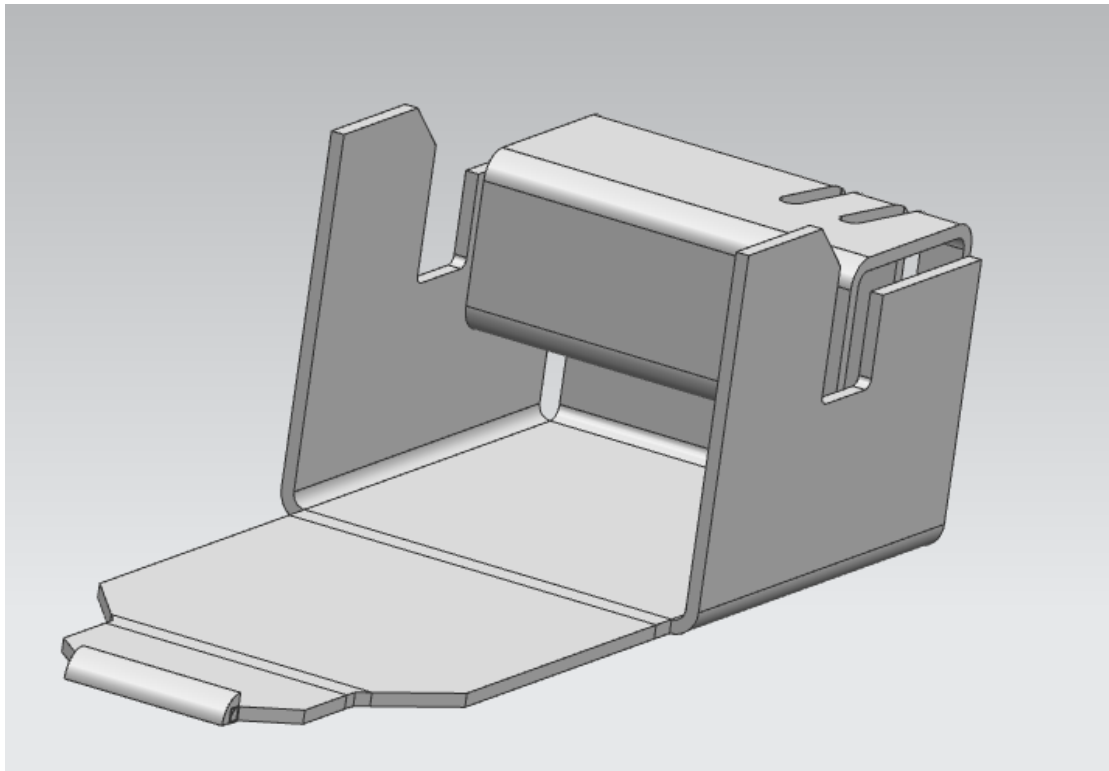
Σχήμα 5.5 4^η κάμψη



Σχήμα 5.6 5^η κάμψη

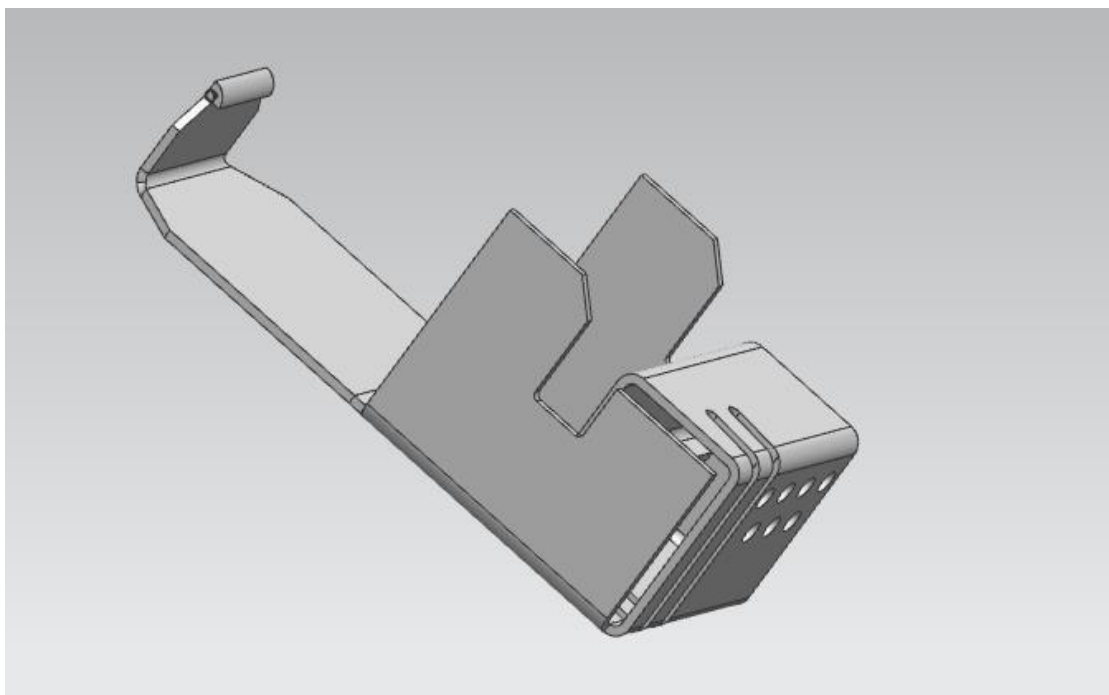


Σχήμα 5.7 6^η κάμψη

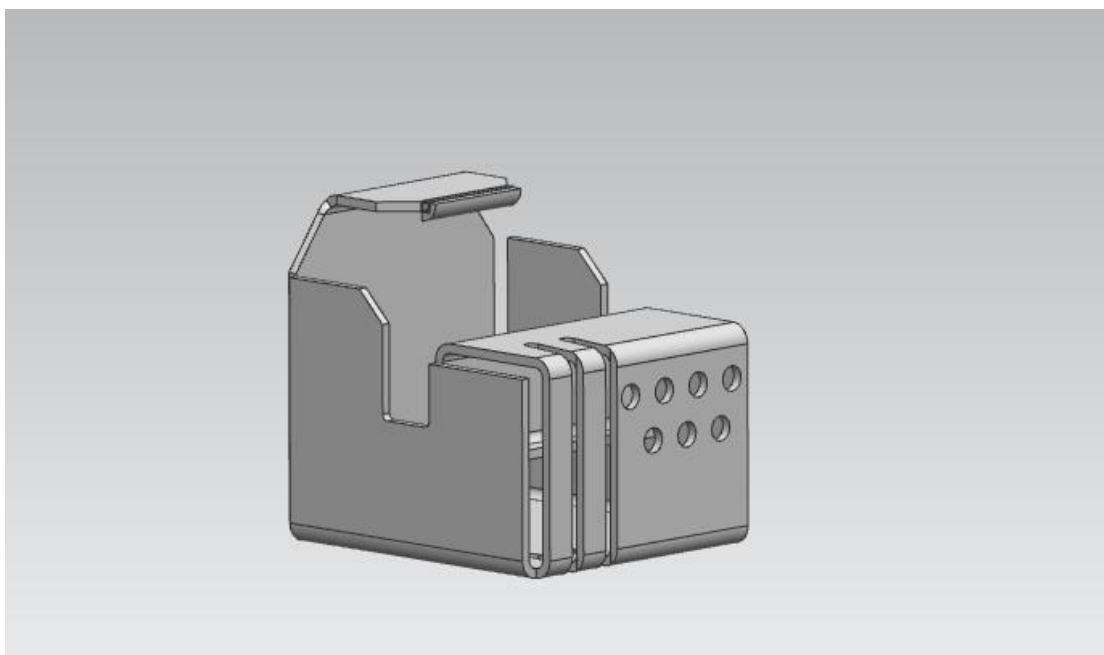


Σχήμα 5.8 7^η κάμψη

Τέλος μεταφερόμαστε στο πάνω μέρος όπου με δύο ακόμα κάμψεις καταλήγουμε στην τελική μορφή του αντικειμένου όπως απεικονίζεται στο σχήμα 5.10.



Σχήμα 5.9 8^η κάμψη



Σχήμα 5.10 9^η κάμψη, Τελική μορφή αντικειμένου

Βιβλιογραφία

1. Αριστομένης Θ. Αντωνιάδης, “Μηχανουργική Τεχνολογία, Τόμος Α” , 2012
2. (<http://courseware.mech.ntua.gr/ml26065/mathimata/08-Elasti.pdf>), 15/02/19